

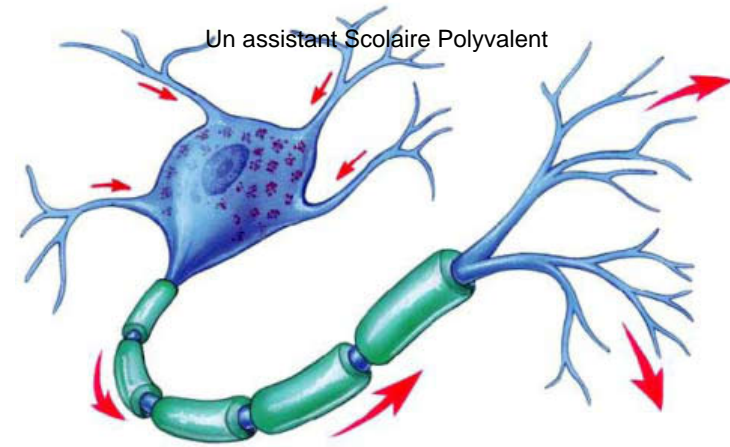
Transmission

<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

synaptique et cellules excitables

- Potentiel d'action; genèse, propagation
- Synapses électriques
- Synapses chimiques
- Neurotransmetteurs
- Jonction neuromusculaire
- PPSE/PPSI



Dr. F. Van Coppenolle
Maître de Conférences;
INSERM U800; Université de Lille I;
Laboratoire de Physiologie Cellulaire

Droits réservés: la reproduction de l'ensemble du présent matériel est interdite. La reproduction des parties est permises à conditions:
Que ce soit pour des besoins individuels et non pour la distribution
Que ce ne soit pas à des fins commerciales
Que la provenance du matériel soit indiquée dans la reproduction

<http://www.jesuisetudiant.com>

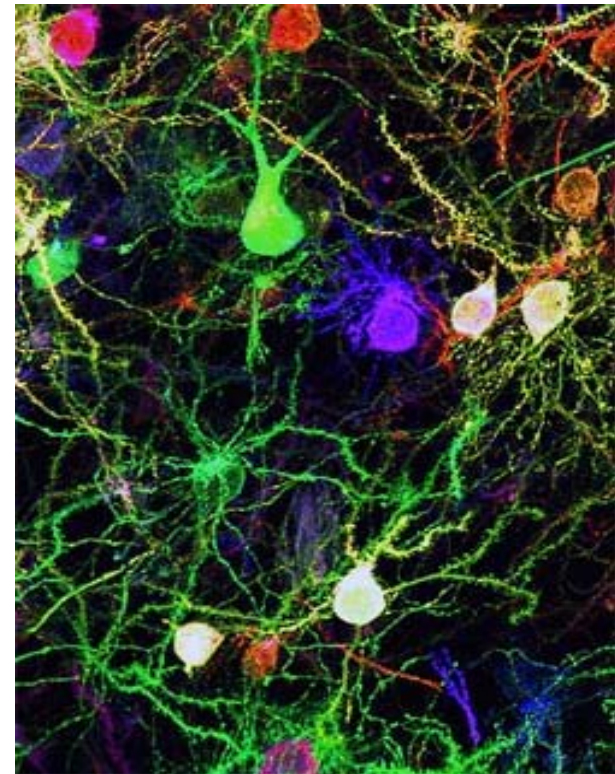
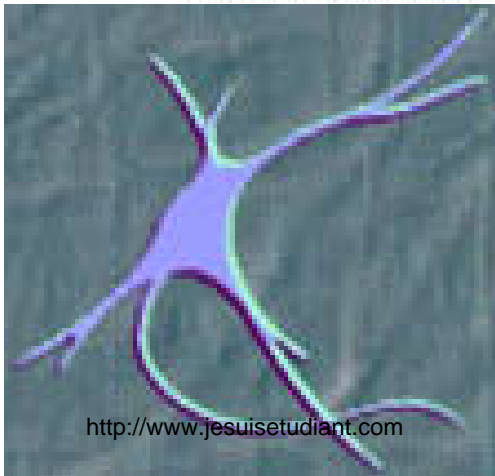
Un assistant Scolaire Polyvalent

La transmission synaptique

**C'est une région spécialisée entre deux neurones ou entre un neurone et une cellule effectrice (musculaire ou glandulaire).
Dans cette région une chimique ou électrique passe d'une cellule à l'autre.**



Illustration by Jane Hurd



A cell-labeling technique called DiOlistics distinguishes individual cells in the brain using seven different colors

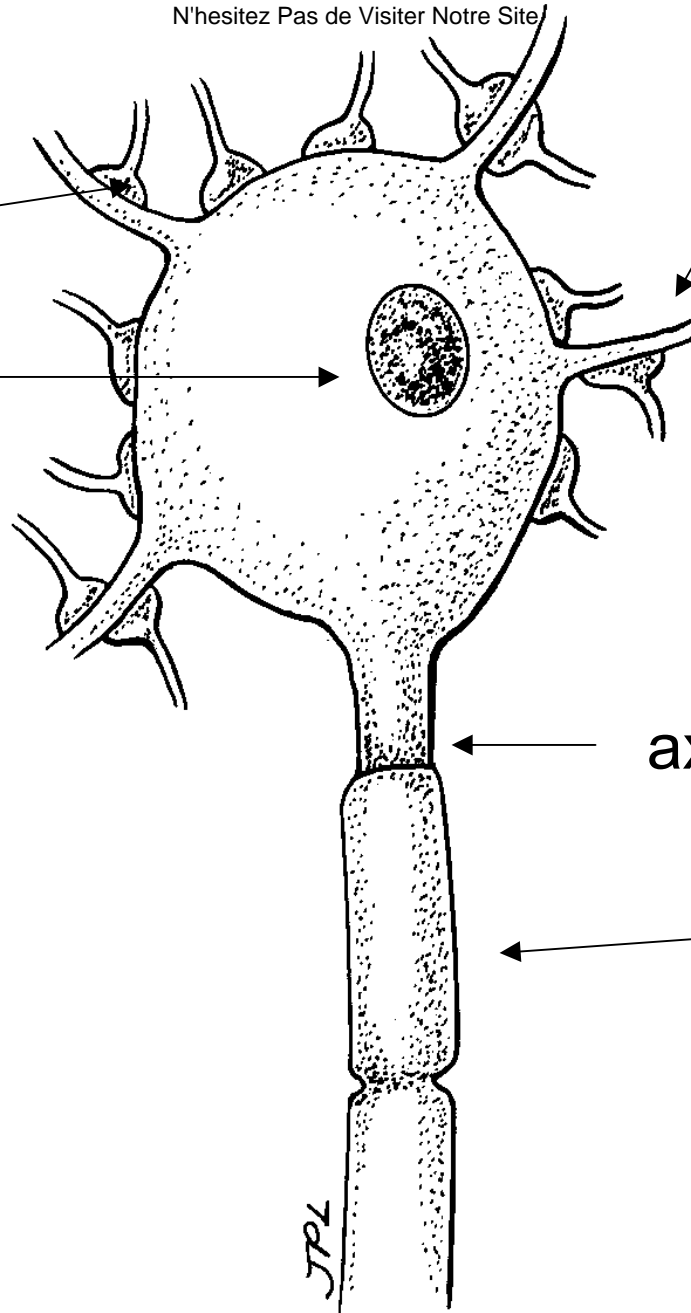
bouton
synaptique

Soma

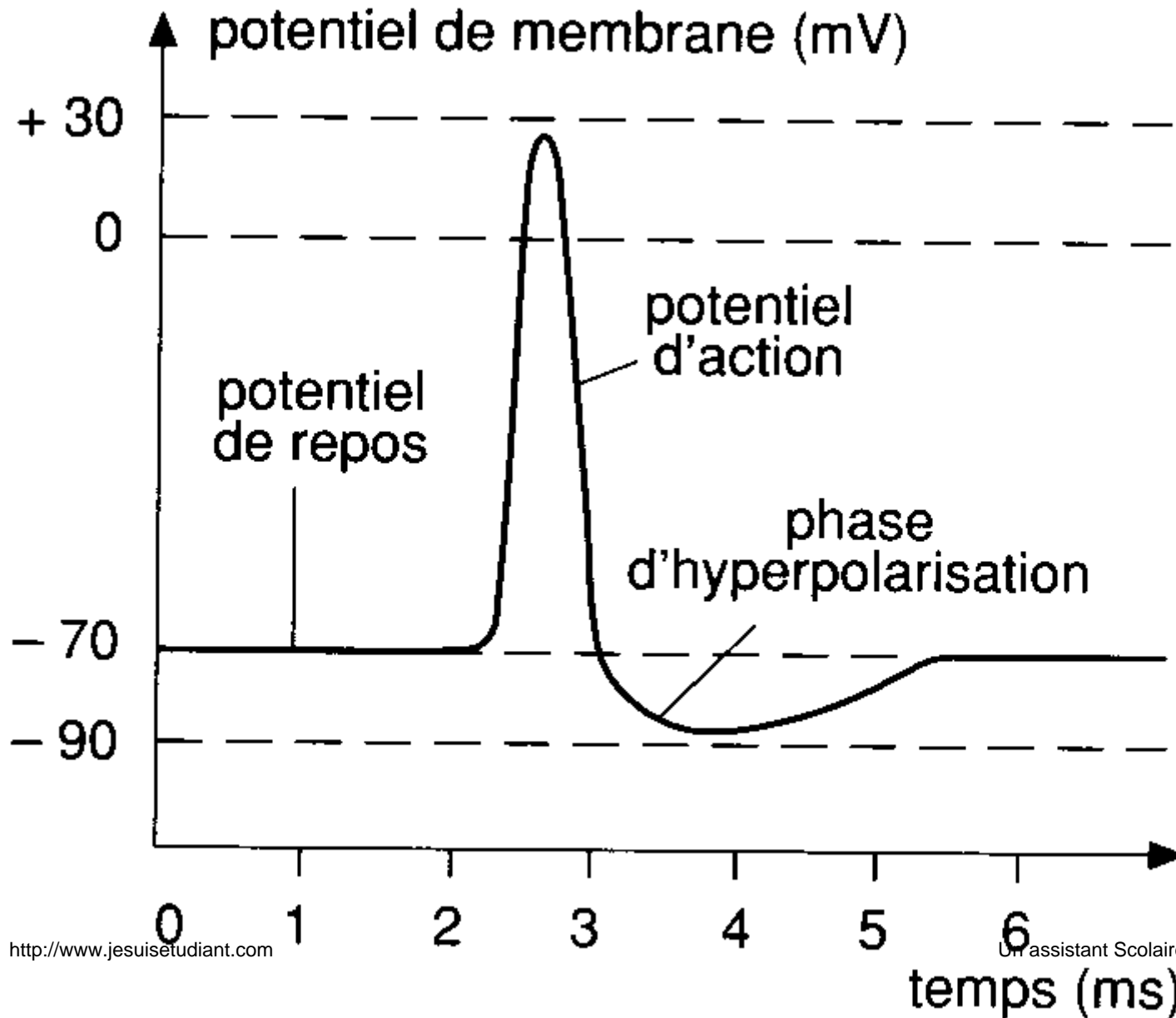
dendrite

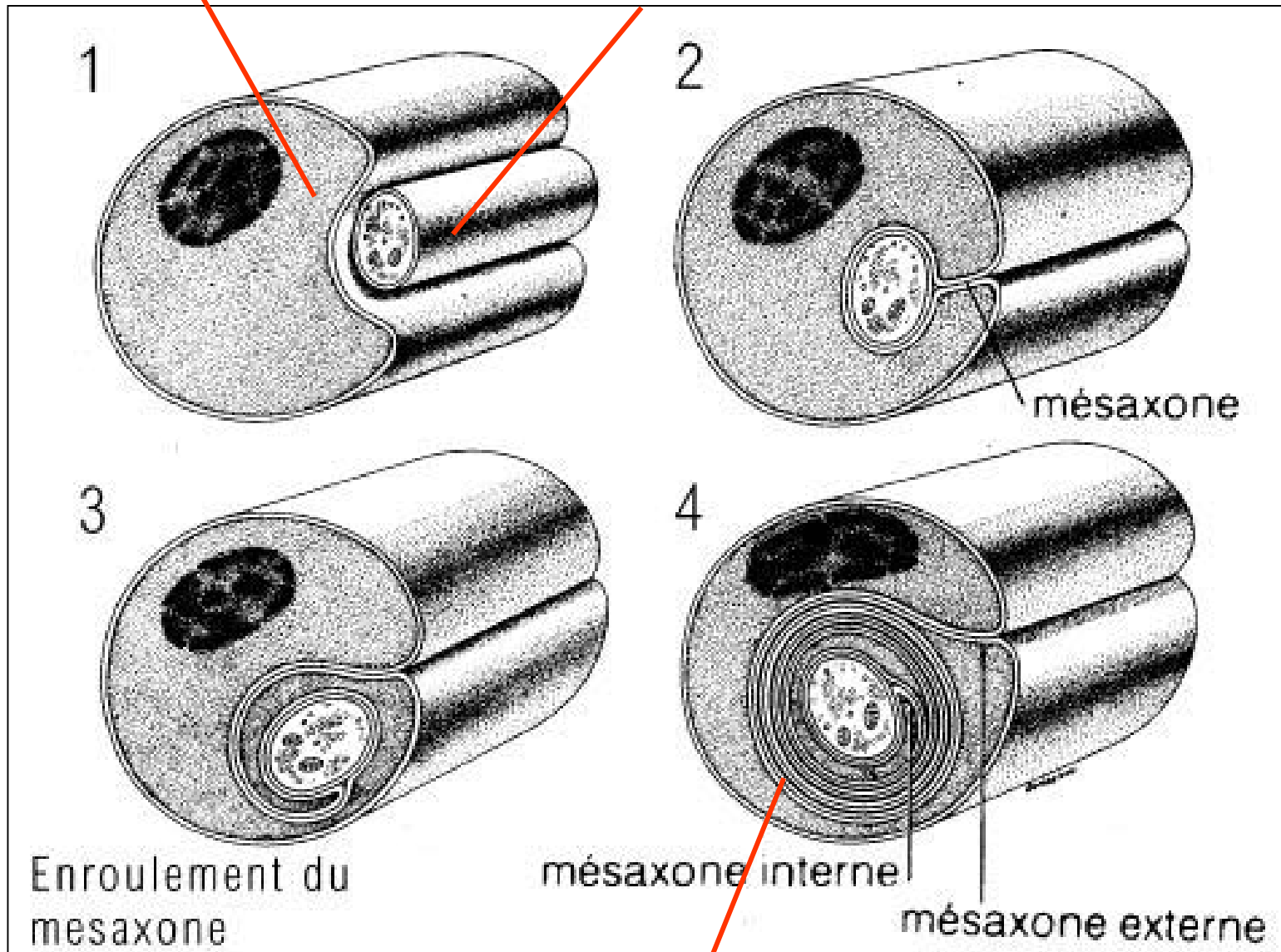
axone

Gaine de myéline



Le Potentiel d'action: Genèse et propagation

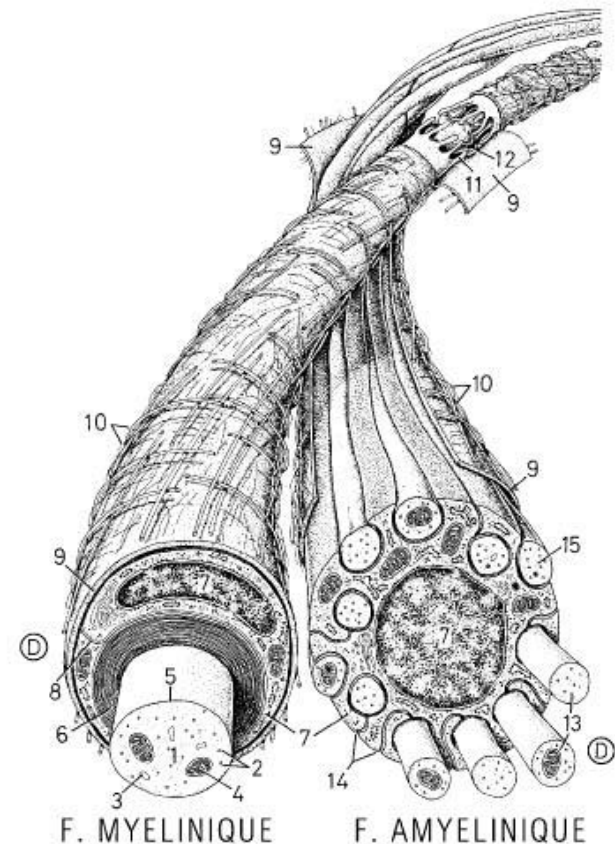




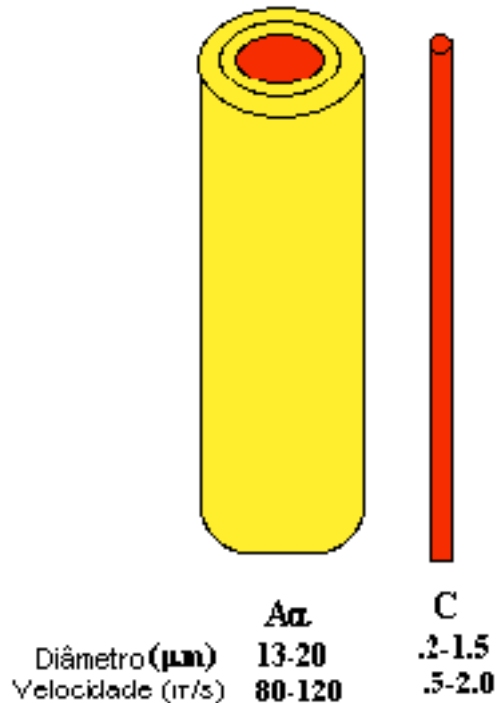
LES FIBRES AMYELINIQUES

- ❖ Les cellules de Schwann viennent entourer un ou plusieurs axones mais elle ne s'enroulent pas autour.
- ❖ Ces fibres sont de petit diamètre
- ❖ Conduisent lentement l'influx nerveux car conduction continue
- ❖ Surtout trouvées dans les fibres du système végétatif

ex: fibres de la douleur



On décrit 3 types de fibres nerveuses suivant leurs vitesses de conduction:



- **Fibres A**: Myélinisées, les intervalles entre les nœuds de Ranvier sont longs. La conduction est rapide (15 à 100 m/seconde).

- **Fibres B**: Myélinisées, plus petites, les segments sont plus courts. La conduction est plus lente (3 à 14 m/s).

- **Fibres C**: Amyéliniques, la conduction est lente (0,5 à 2 m/s).

La transmission synaptique

Où trouve-t-on des synapses ?

- Dans le système nerveux central:

- neurone- neurone

Axo-dendritique

Axo-somatique

Axo-axonique

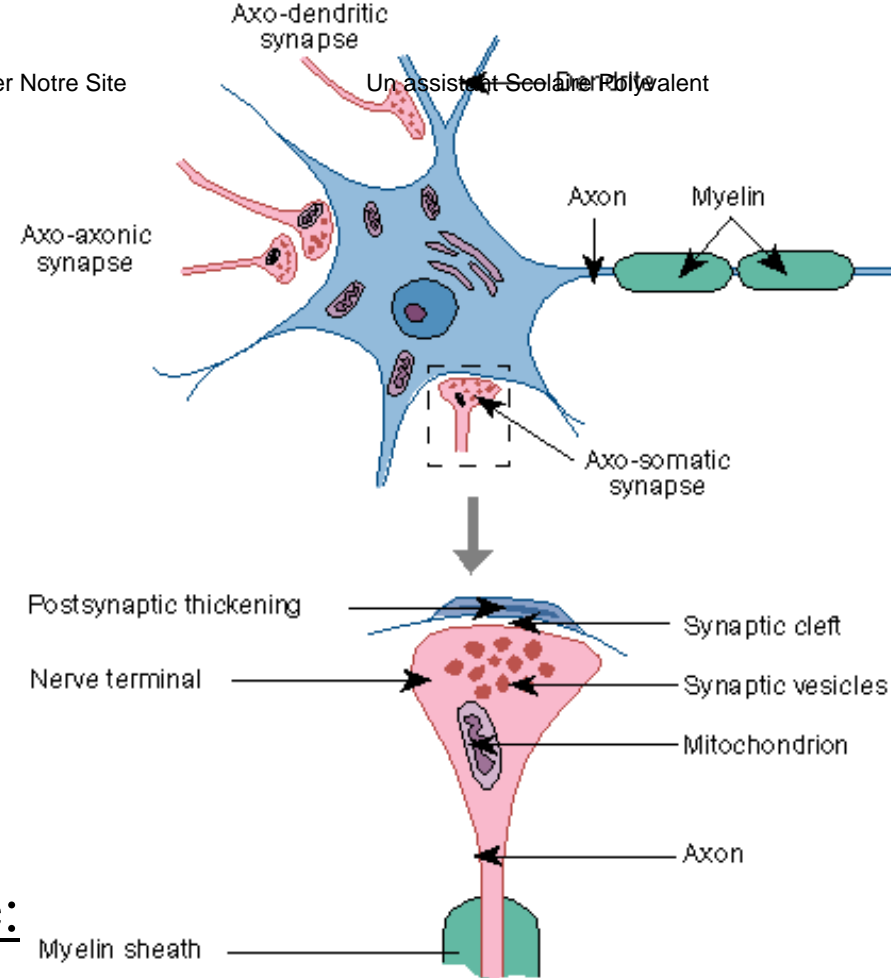
- Dans le système nerveux périphérique:

neurone-neurone

neurone- cellule effectrice:

neurone-muscle par exemple

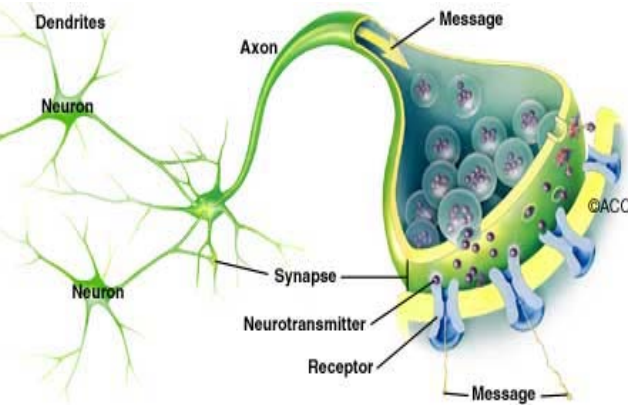
Neurone-cellule glande surrénale (sécrétion d'adrénaline)



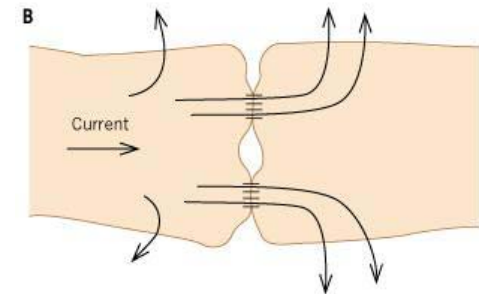
Les deux types de transmission synaptique:

- La transmission synaptique électrique
- La transmission synaptique chimique

Signal chimique: le neurotransmetteur



Signal électrique : le courant



Dans le cœur et le muscle lisse on trouve se genre de structures dont le rôle est de relayer le signal électrique mais elles ne répondent pas à la définition donnée avant . On dit que les cellules sont couplées électriquement

Les deux types de transmission synaptique:

La transmission synaptique électrique. La transmission synaptique chimique. Comparaison.

Un assistant Scolaire Polyvalent

Synapse électrique

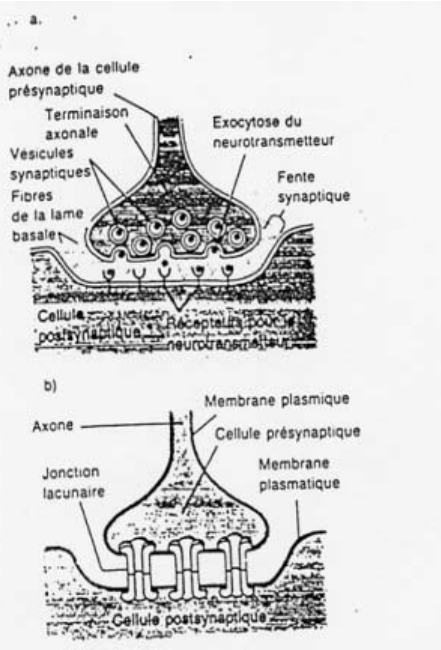
Continuité entre les deux cellules

Elles utilisent les gap junctions pour la communication.

Le mode de transmission de l'information est le courant.

Il n'y a pas de délais dans la transmission.

Elles sont bidirectionnelles les cellules sont séparées par un espace de 3-4 nm.



Synapse chimique

Présence d'une fente synaptique

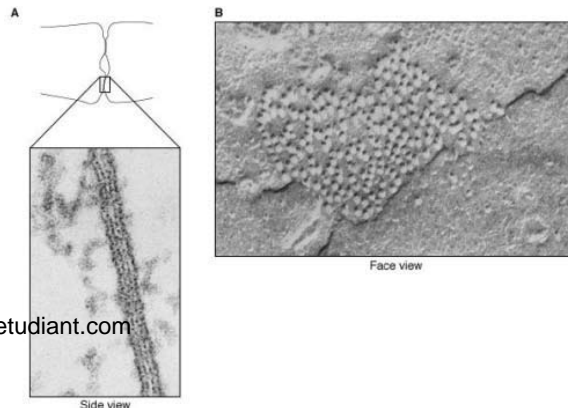
Les deux cellules sont séparées de 20-40 nm

Du point de vue structural: il y a des zones actives contenant les vésicules et la machinerie sécrétoire ainsi que des récepteurs post-synaptiques.

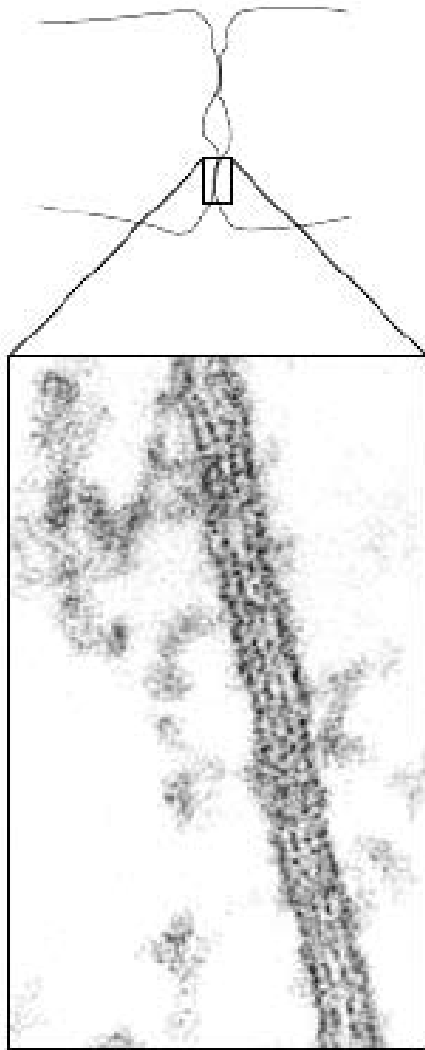
Le mode de transmission est chimique. Il y a un délai de 0.3-5ms.

La transmission est bidirectionnelle.

Chemical synapse

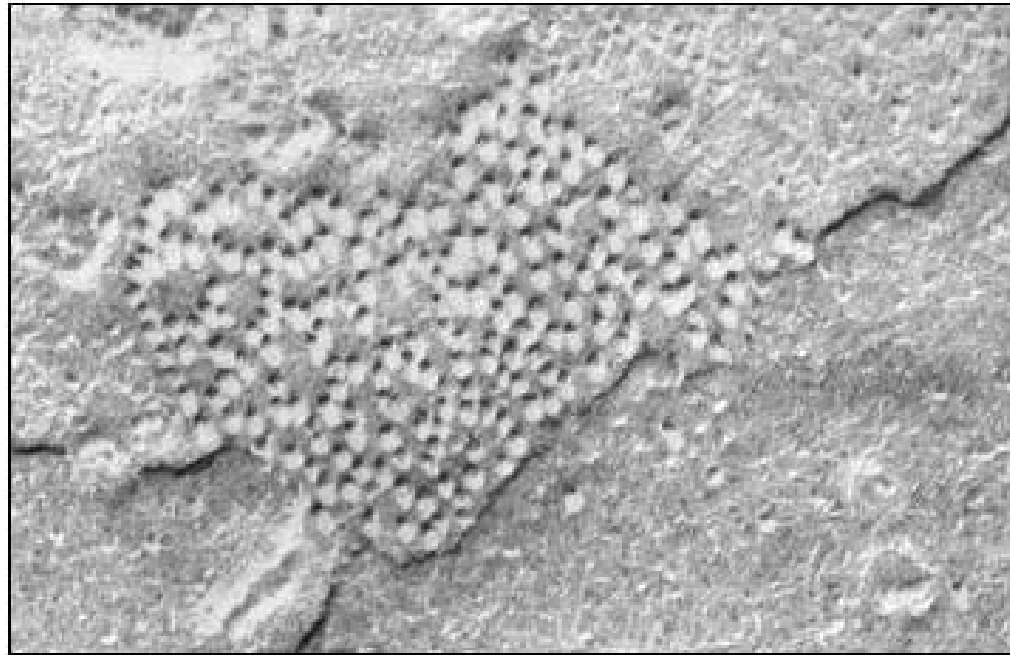


A



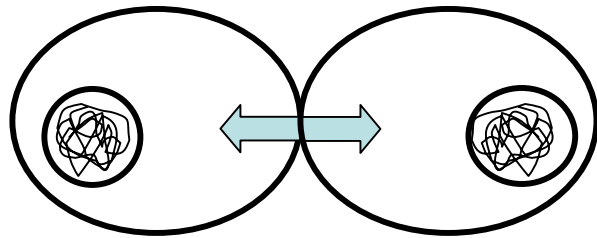
Side view

B

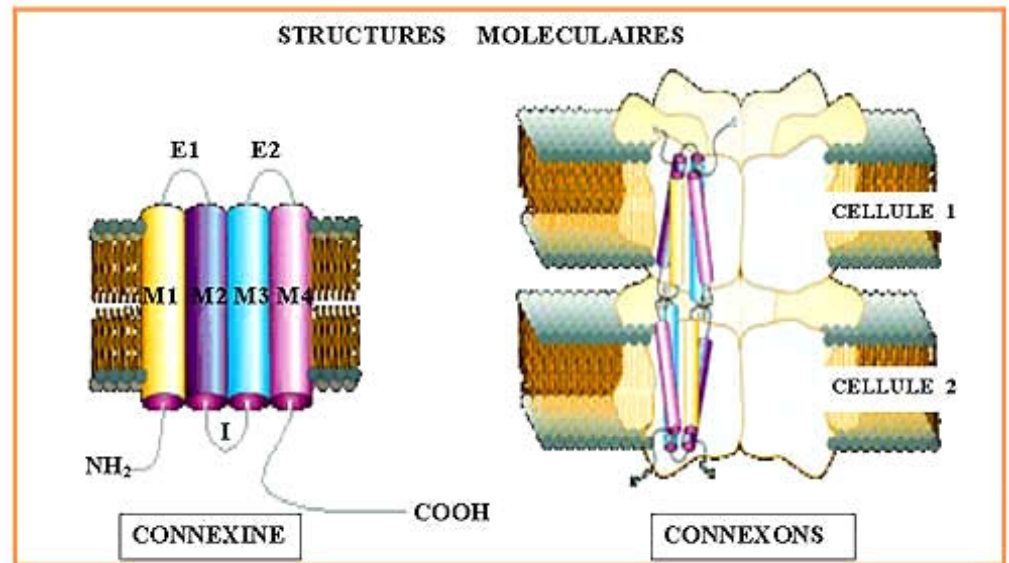
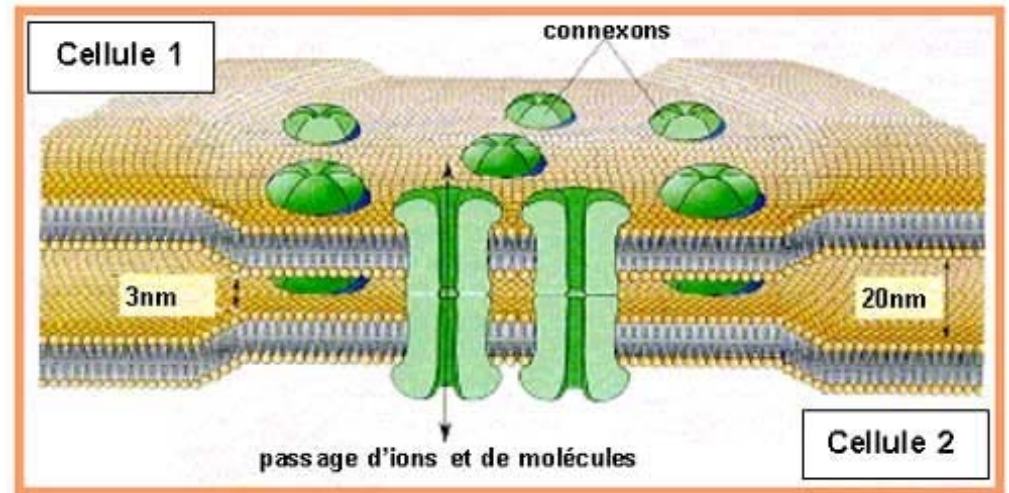


Face view

Jonctions GAP
jonctions à trous
jonctions communicantes
synapses électriques



Jonction « GAP » ou jonction communicante



2. La transmission électrique

2.1 les bases structurales

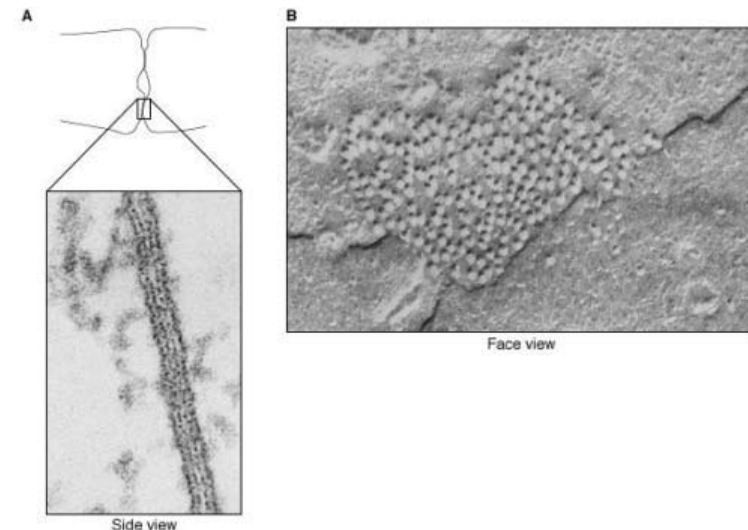
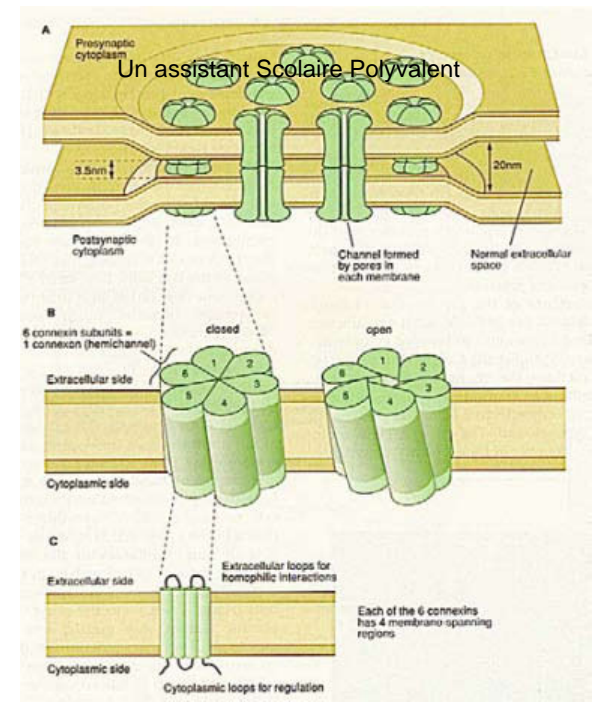
gap junction sont formées d'une multitude de petits canaux tubulaires permettant le passage de molécules entre cellules adjacentes. 1.5 nm diamètre.

Elles sont formées de molécules transmembranaires, les **connexines**. 6 molécules de connexines assemblées en cylindre forme un héli-canal nommé **connexon**. L'aboutement de deux connexons conduit à la formation d'un canal tubulaire qui traverse l'espace intercellulaire.

Les jonctions communicantes permettent le passage d'ions et de petites molécules de **PM inférieur 1500 daltons**. (1.5nm de diamètre). C'est le cas en particulier de **seconds messagers** intracellulaires tel que le **calcium** et l'**AMP cyclique**.

Ainsi, dans de nombreux tissu, la circulation intercellulaire de seconds messagers permet un véritable couplage fonctionnel entre cellules reliées par des jonctions gap.

Continuité cytoplasmique

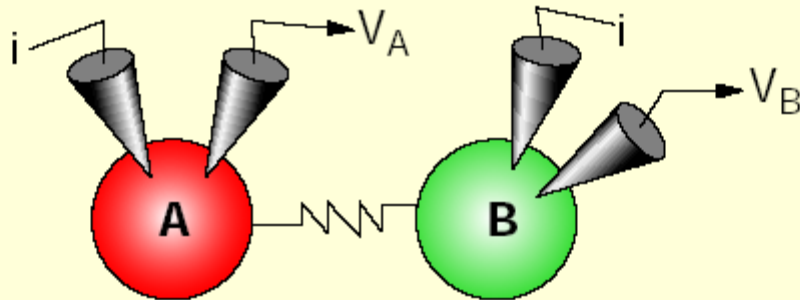


Un assistant Scolaire Polyvalent

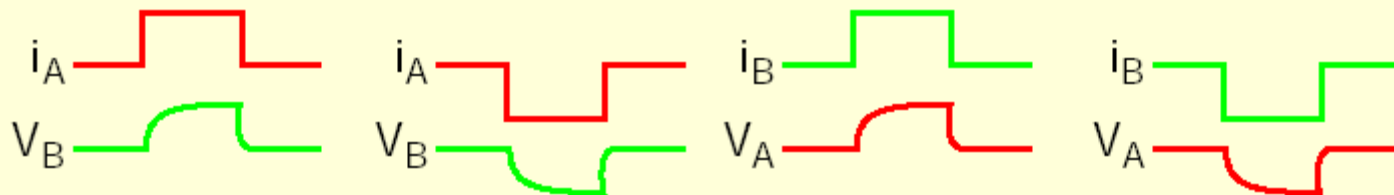
La transmission électrique

méthode d'étude

Recording configuration



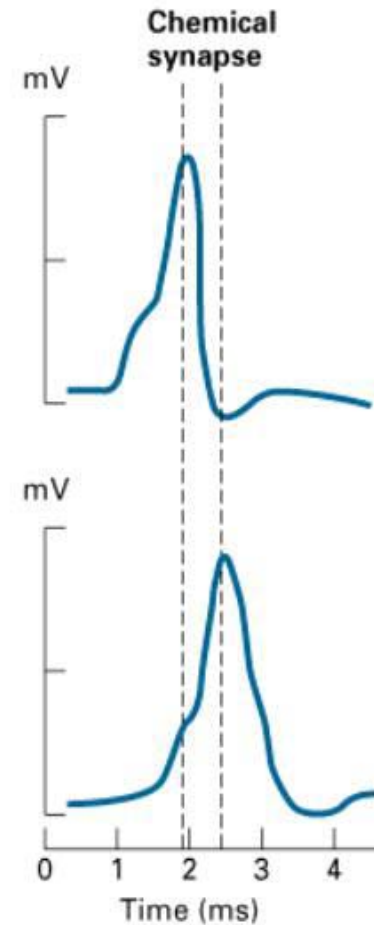
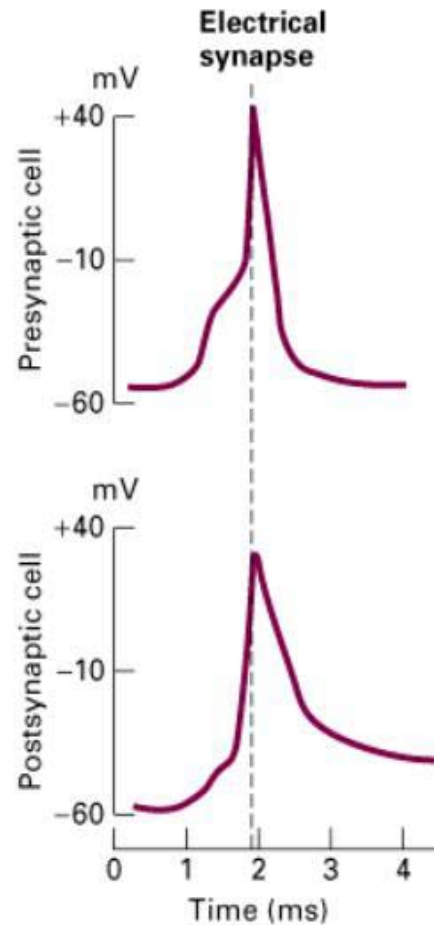
Non-rectifying electrical synapse



La transmission électrique

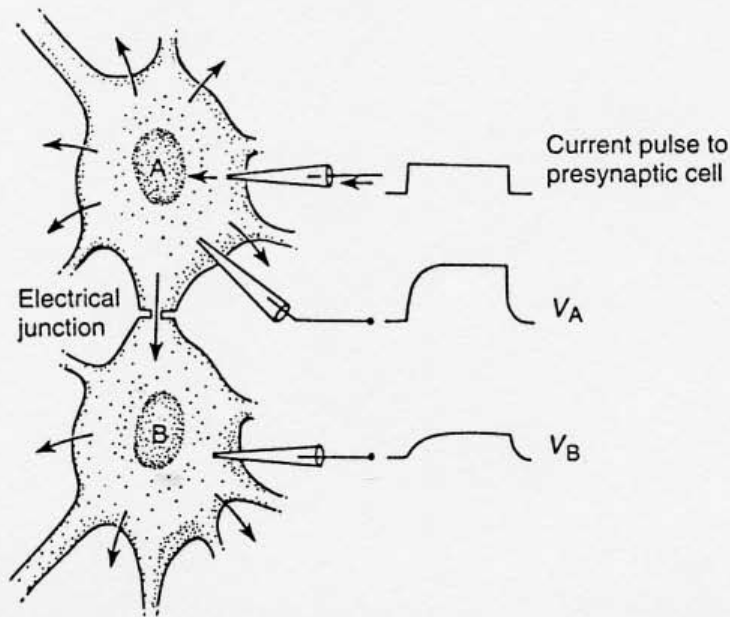
transmission instantanée

**Cela permet de synchroniser
une activité cellulaire.**

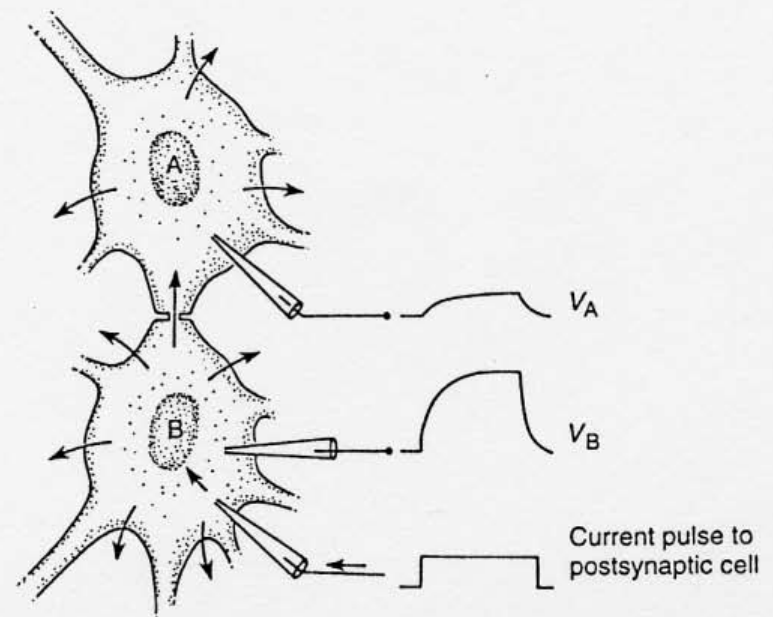


La transmission électrique bidirectionnalité

A Stimulate presynaptic cell

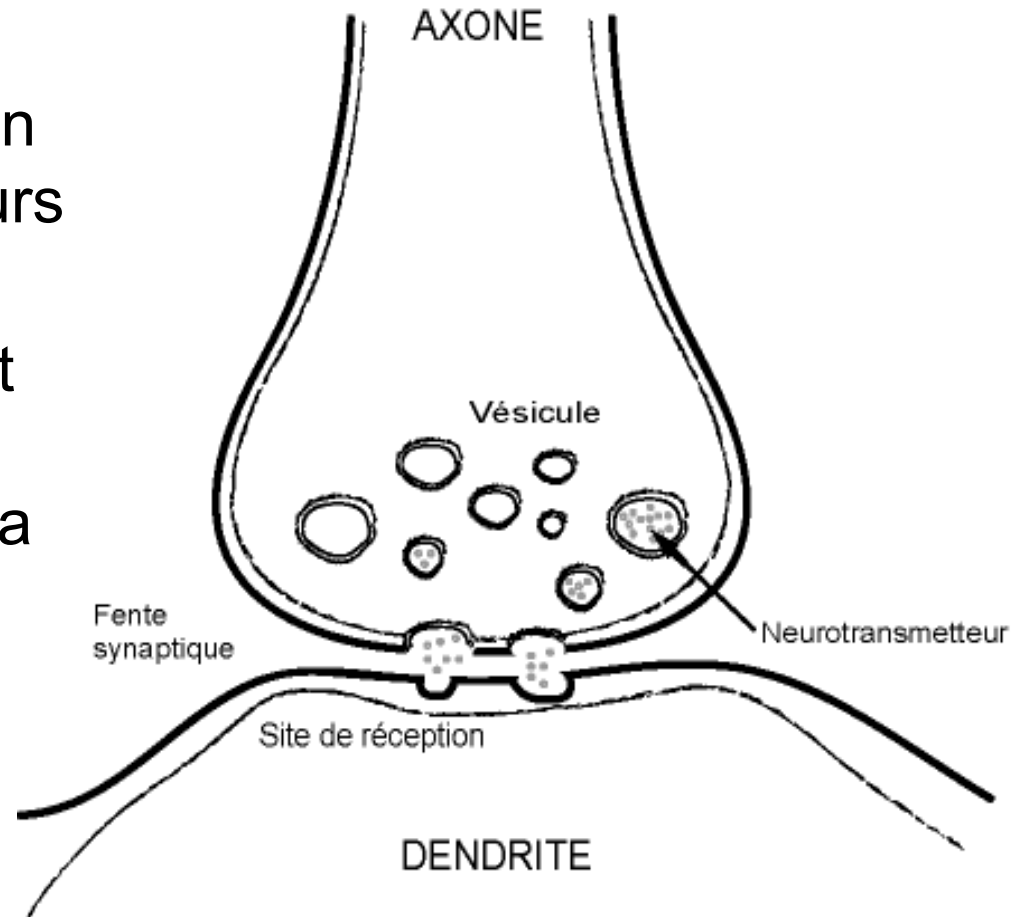


B Stimulate postsynaptic cell



La synapse chimique

- Un potentiel d'action entraîne une libération de neuro-transmetteurs
- Les neuro-transmetteurs influent sur le potentiel du neurone situé après la synapse
- Potentiel positif : synapse excitatrice
- Potentiel négatif : synapse inhibitrice



La transmission chimique

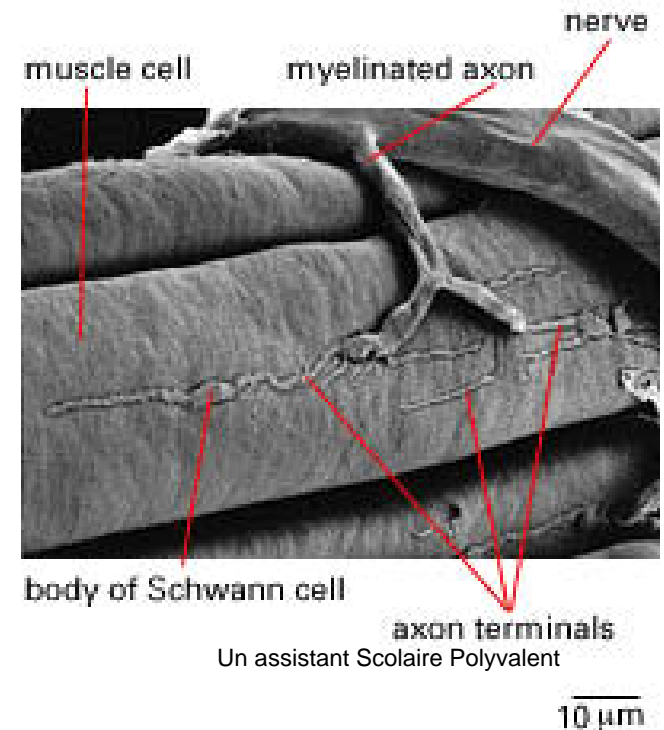
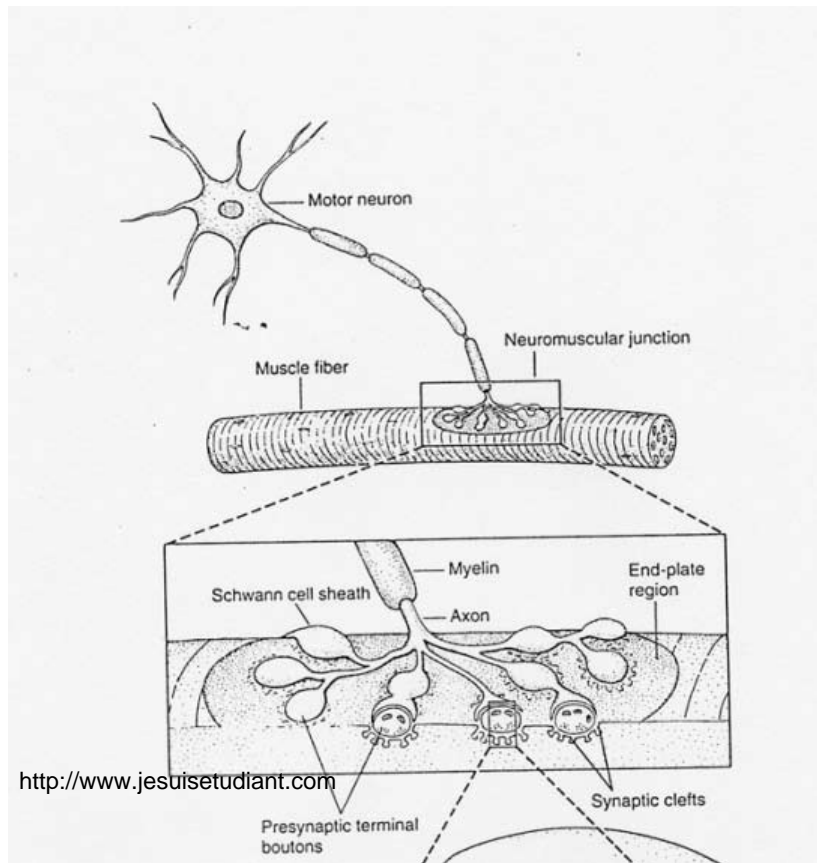
Structure de la jonction neuromusculaire

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent

La jonction neuromusculaire est le nom donné à la synapse entre l'axone des motoneurones et la fibre musculaire

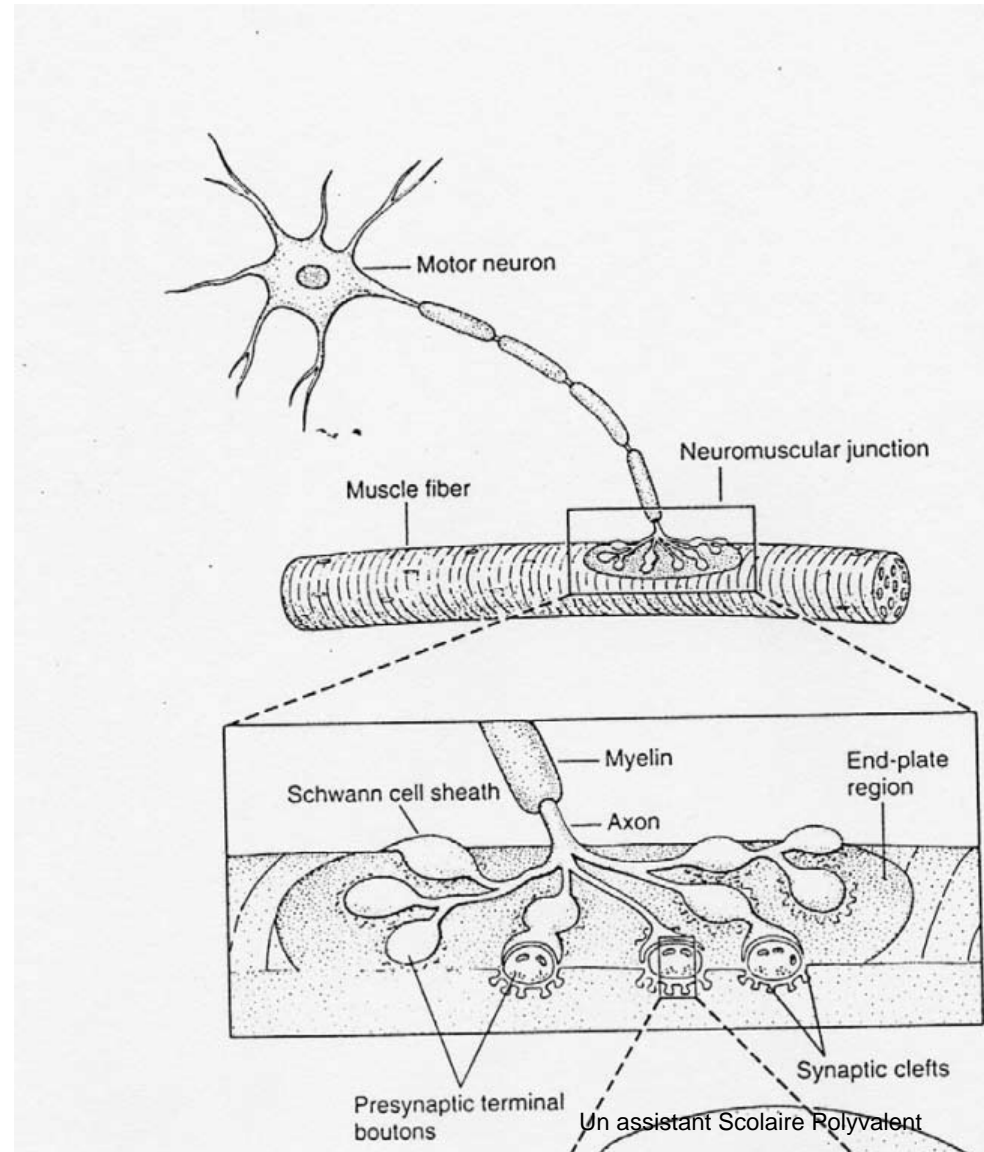
La synapse est constituée de trois parties :
l'élément présynaptique, l'élément postsynaptique , l'espace intersynaptique.



Structure de la jonction neuromusculaire

L'axone myélinisé provient d'un motoneurone de la moelle épinière. Son extrémité est démyélinisée.

L'axone se ramifie dans une région que l'on appelle la jonction neuromusculaire ou plaque motrice (end plate region). La partie terminale des axones est renflée. Et forme ce que l'on appelle des boutons synaptiques.



La transmission chimique

Structure de la jonction neuromusculaire

<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent

L'élément présynaptique:

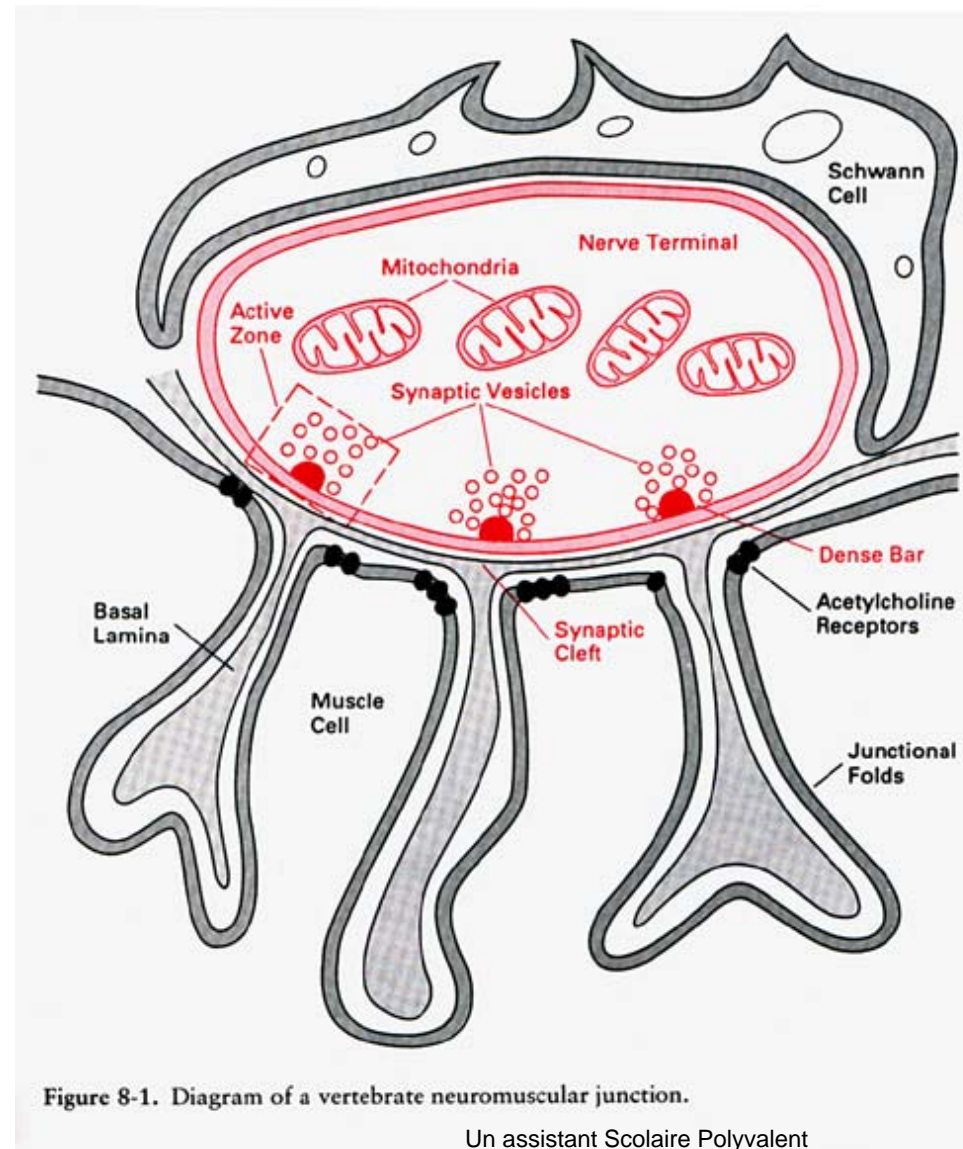
Se présente sous la forme d'un renflement de l'axone.

On appelle zone active, le zones de libération des neurotransmetteurs. Il y a 300 zones actives dans une jonction neuromusculaire.

On trouve dans cette zone active de nombreuses vésicules de formes variées (les vésicules synaptiques) contenant le neurotransmetteur. Diamètre de 50 to 60 nm.

Approximativement 50 000 vésicules dans chaque JNM. Estimation de 20 000 molécules d'ACh par vésicule.

<http://www.jesuisetudiant.com>



Un assistant Scolaire Polyvalent

La transmission chimique

Structure de la jonction neuromusculaire

<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

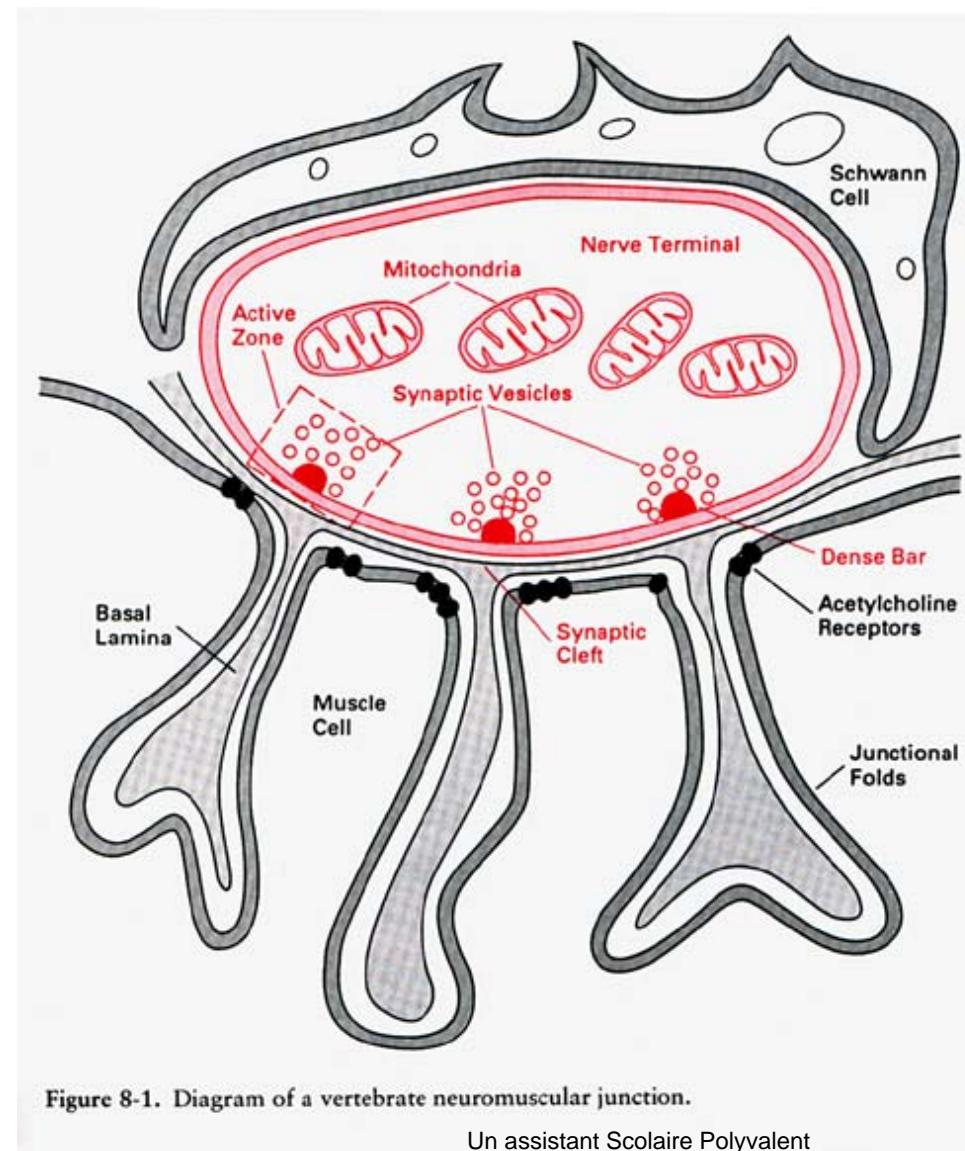
Un assistant Scolaire Polyvalent

L'élément postsynaptique

Dépourvu de vésicule.

Hautement spécialisée: grande densité en R nicotiniques.

Acétylcholinesterase qui hydrolyse l'ACh en acétate et en choline.



<http://www.jesuisetudiant.com>

Un assistant Scolaire Polyvalent

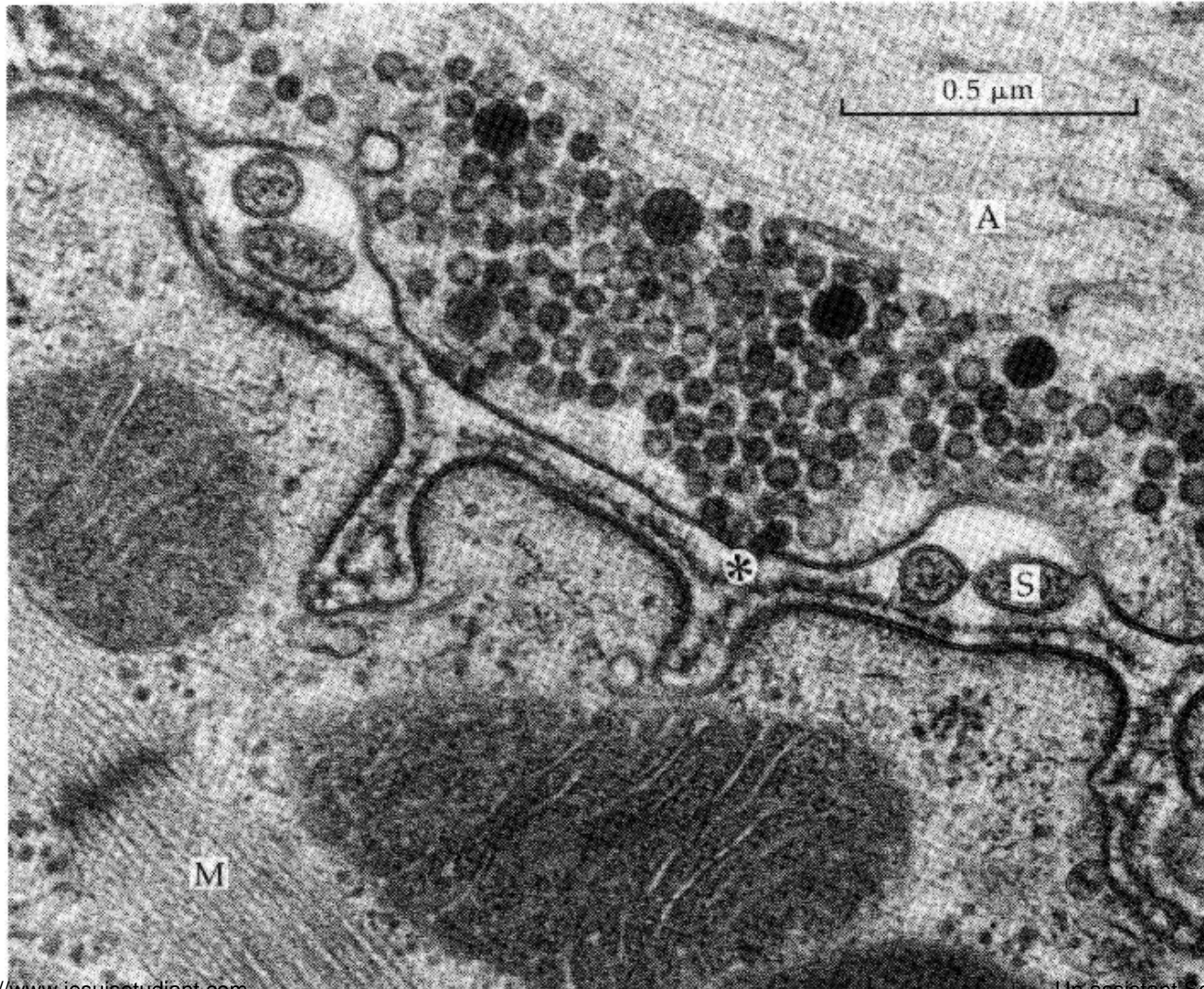
La transmission chimique

<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent

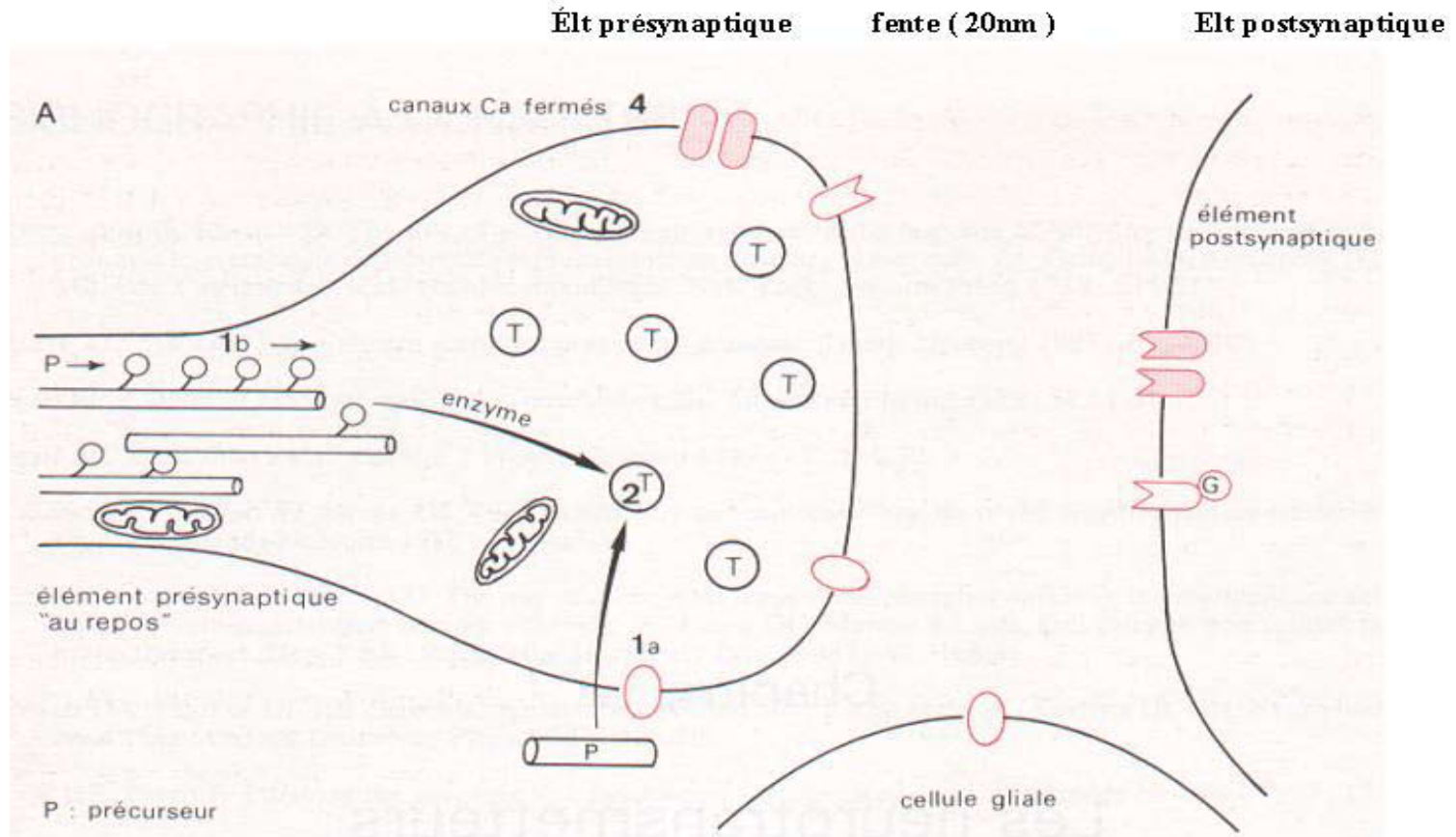
Structure de la jonction neuromusculaire



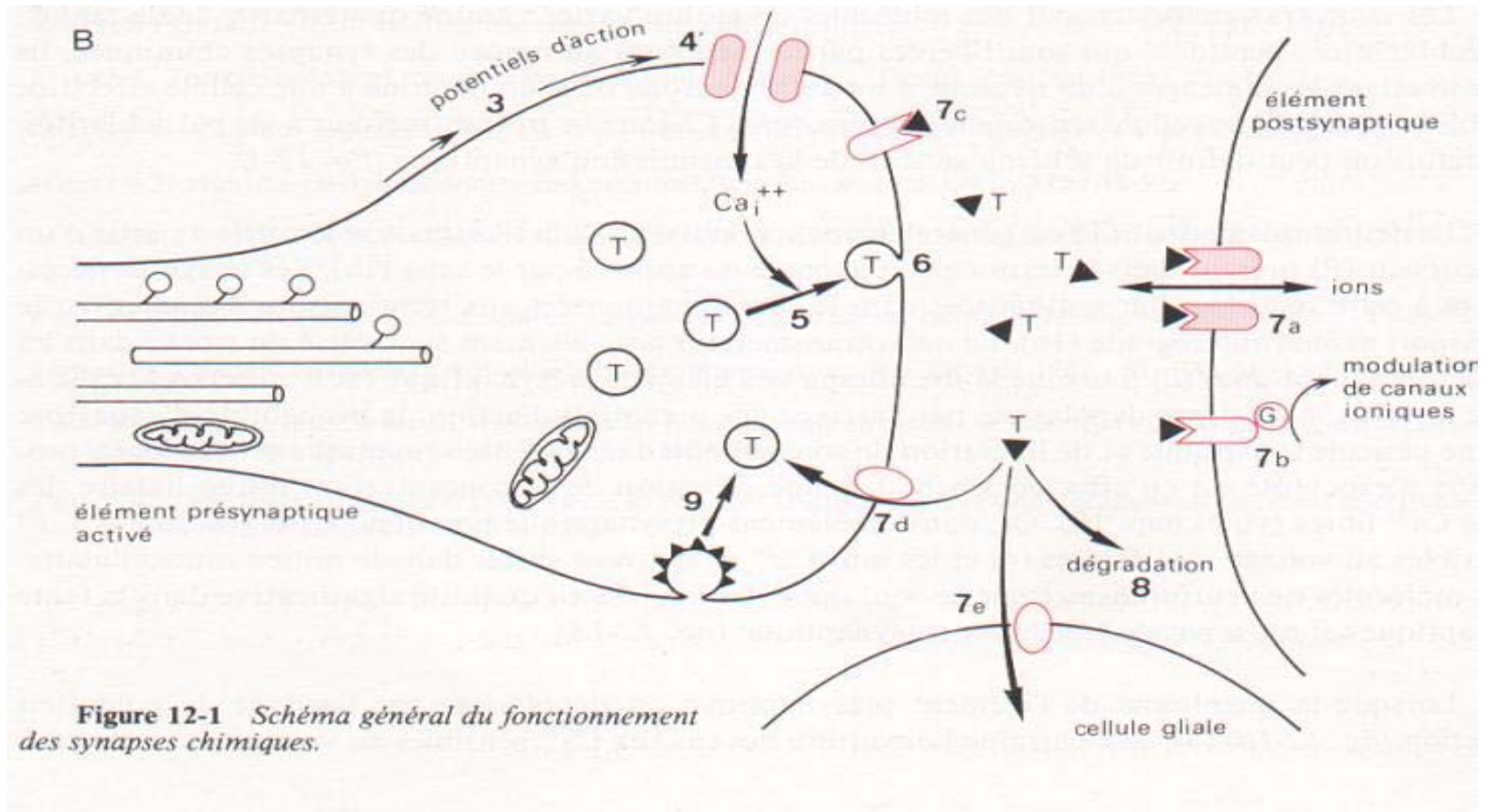
<http://www.jesuisetudiant.com>

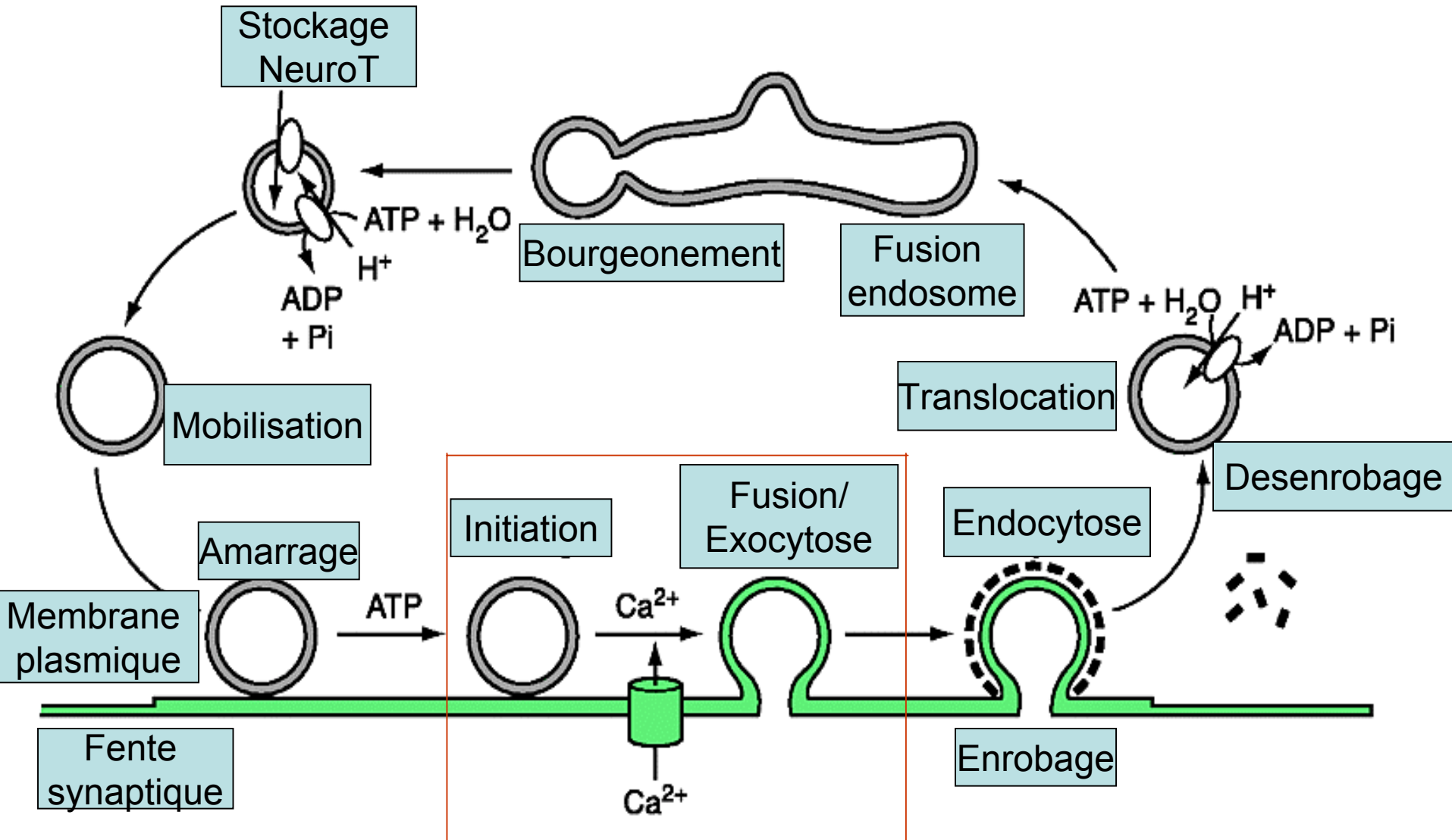
Un assistant Scolaire Polyvalent

- Principe du fonctionnement électrophysiologique des synapses chimiques

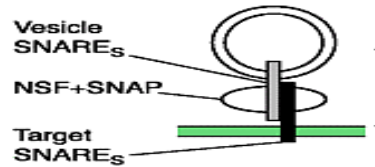


Arrivée de la pointe du PA au niveau de la synapse

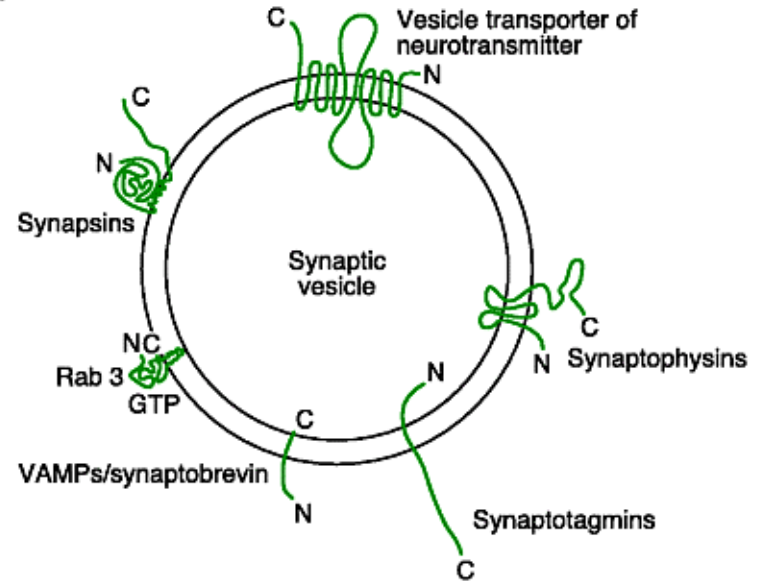




(a)



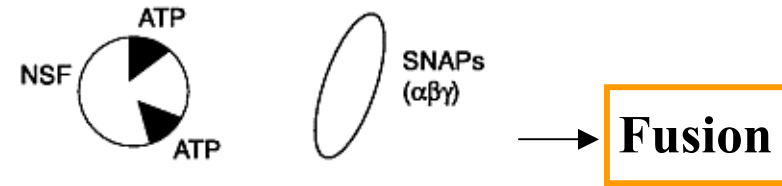
(a) Synaptic vesicle



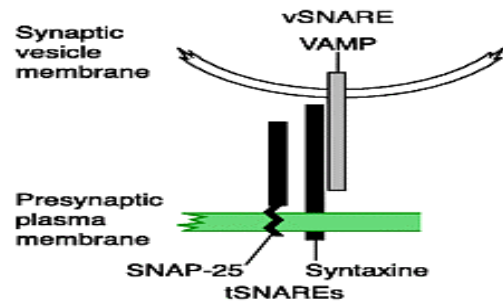
Complexe vSNARE-tSNARE

Amarrage

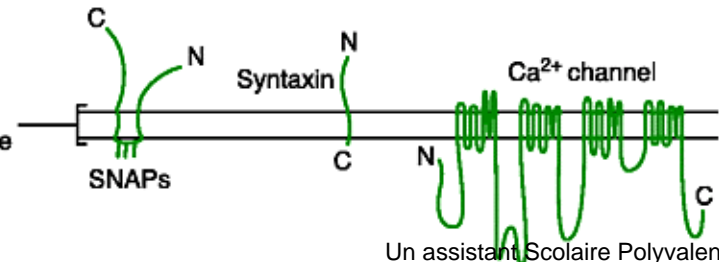
(b) Cytoplasm



(c)



(c) Presynaptic plasma membrane

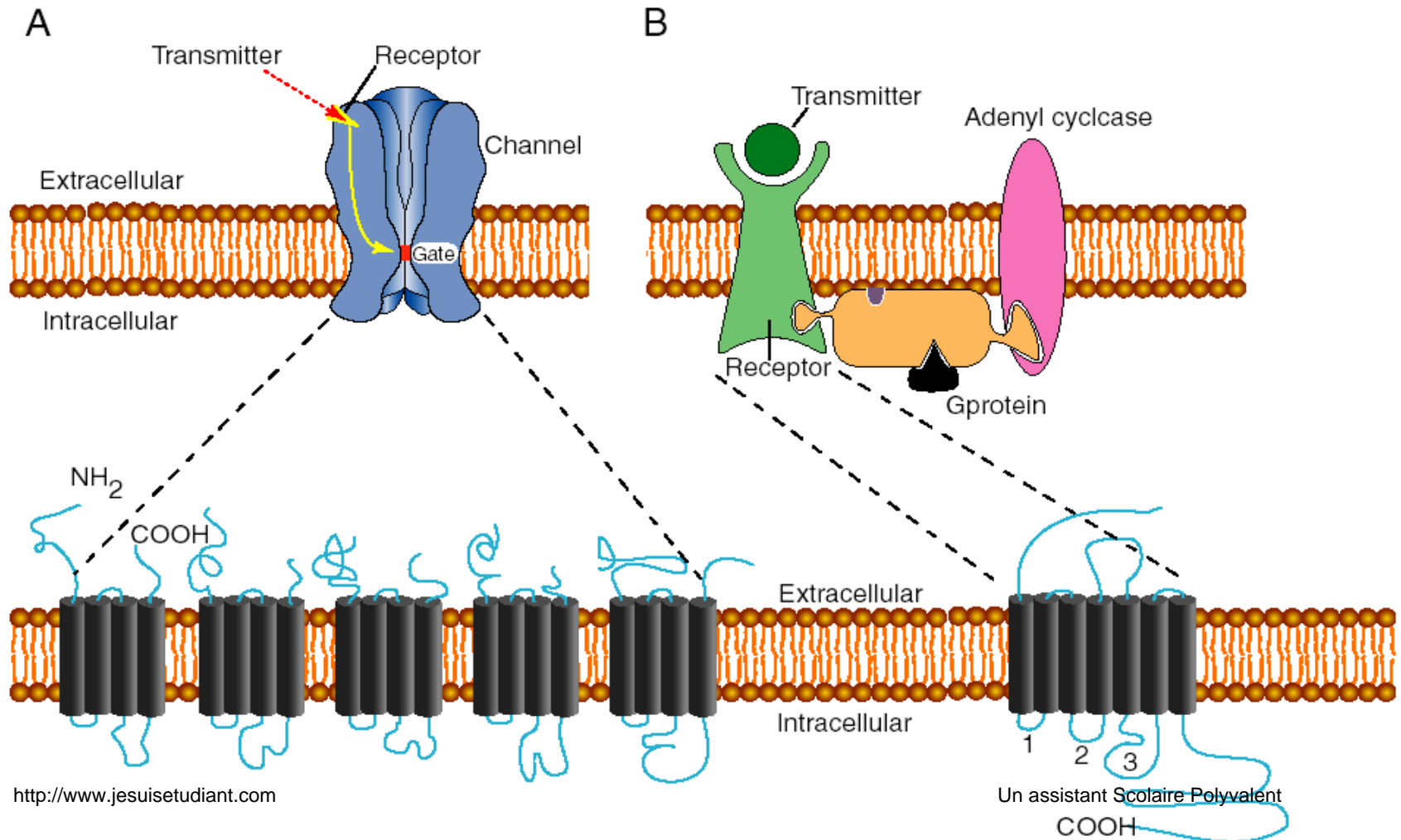


Un assistant Scolaire Polyvalent

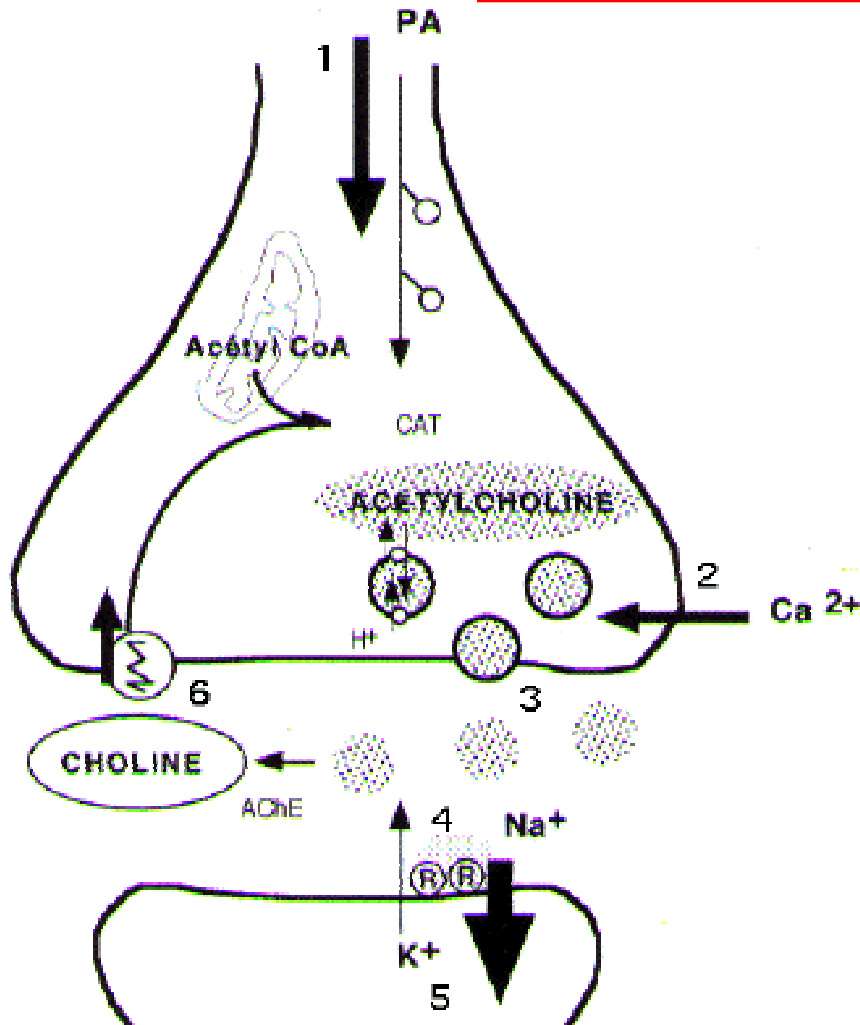
Niveau post-synaptique

Recepteurs aux neurotransmetteurs

Recepteurs ionotropiques Recepteurs metabotropiques



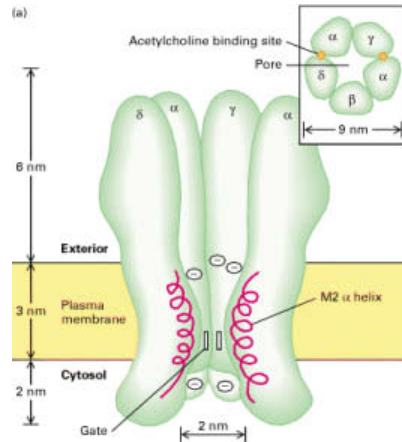
L'acétylcholine



- Synthèse: Choline (Tp actif Ilre Na+) + Acétyl CoA (Mitochondries)
- Choline Acétyltransférase (CAT)
- Fixation: - R nicotiniques (ionotropiques)
- R muscariniques (Métabotropiques)
- Dégradation AChestérase

Nicotinique

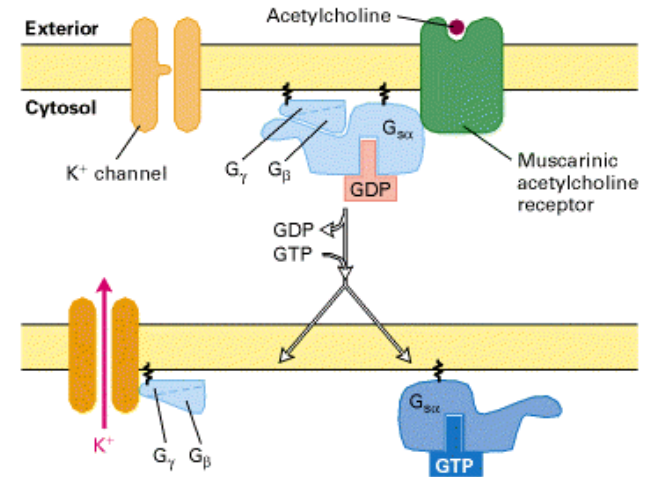
Centraux/ périphériques



Le récepteur nicotinique est donc un récepteur canal (ou ionotrope), c'est-à-dire que c'est la même protéine qui forme le canal transmembranaire et qui fixe l'acétylcholine ou l'un de ses agonistes comme la nicotine. Leur fixation provoque alors une dépolarisation dans la cellule post-synaptique en y laissant entrer beaucoup de sodium et sortir un peu de potassium.

On distingue deux types de récepteurs nicotiques: le N1 qui se trouve dans le système nerveux végétatif et le N2 qui est plutôt au niveau des jonctions neuromusculaires.

Muscarinique (cardiaque)



Binding of acetylcholine by muscarinic acetylcholine receptors triggers activation of a transducing G protein by catalyzing exchange of GTP for GDP on the α subunit. The released $G_{\beta\gamma}$ subunit then binds to and opens a K^+ channel. The increase in K^+ permeability hyperpolarizes the membrane, which reduces the frequency of heart muscle contraction. Though not shown here, activation is terminated when the GTP bound to G_{α} is hydrolyzed to GDP and G_{α} . GDP recombines with $G_{\beta\gamma}$.



Amanita Muscaria from which muscarine was isolated

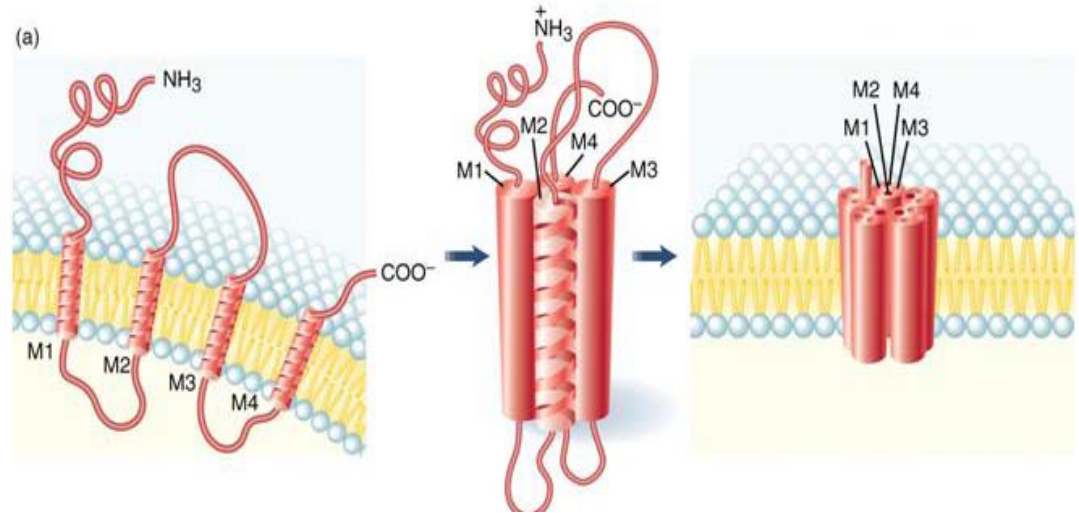
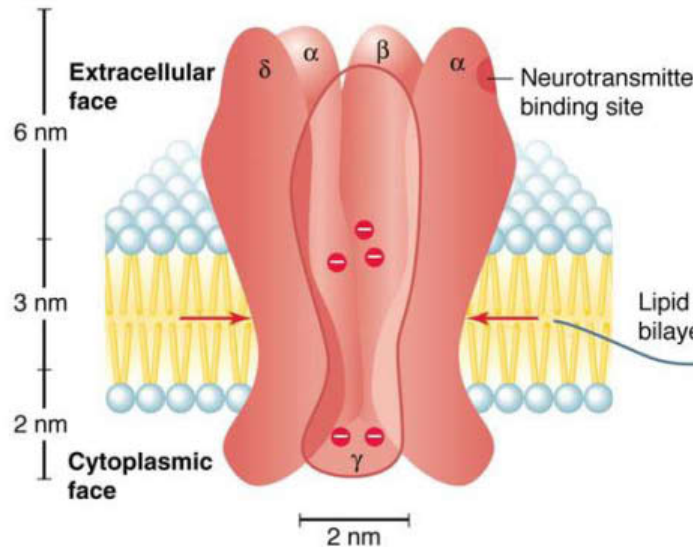
La transmission chimique

Les récepteurs post synaptiques

le récepteur nicotinique de la jonction neuromusculaire

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent



5 sous unités forment le récepteur canal
nicotinique

2 SU α

2 SU β

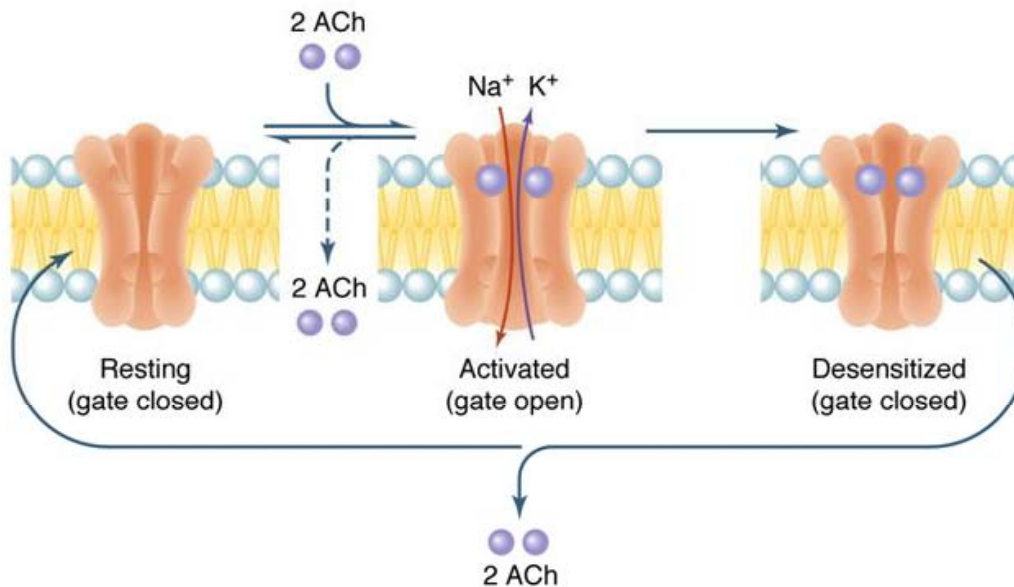
1 SU γ

Chaque sous unité possède 4
segments transmembranaires

Les récepteurs post synaptiques

le récepteur nicotinique de la jonction neuromusculaire

Three basic function states of the nicotinic acetylcholine receptor channel



Il faut la liaison de deux molécule d'acétylcholine pour que le canal s'ouvre.
Le récepteur canal se désensibilise (sorte d'inactivation)

Qu'elle perméabilité: Cl^- ?

Conditions ioniques

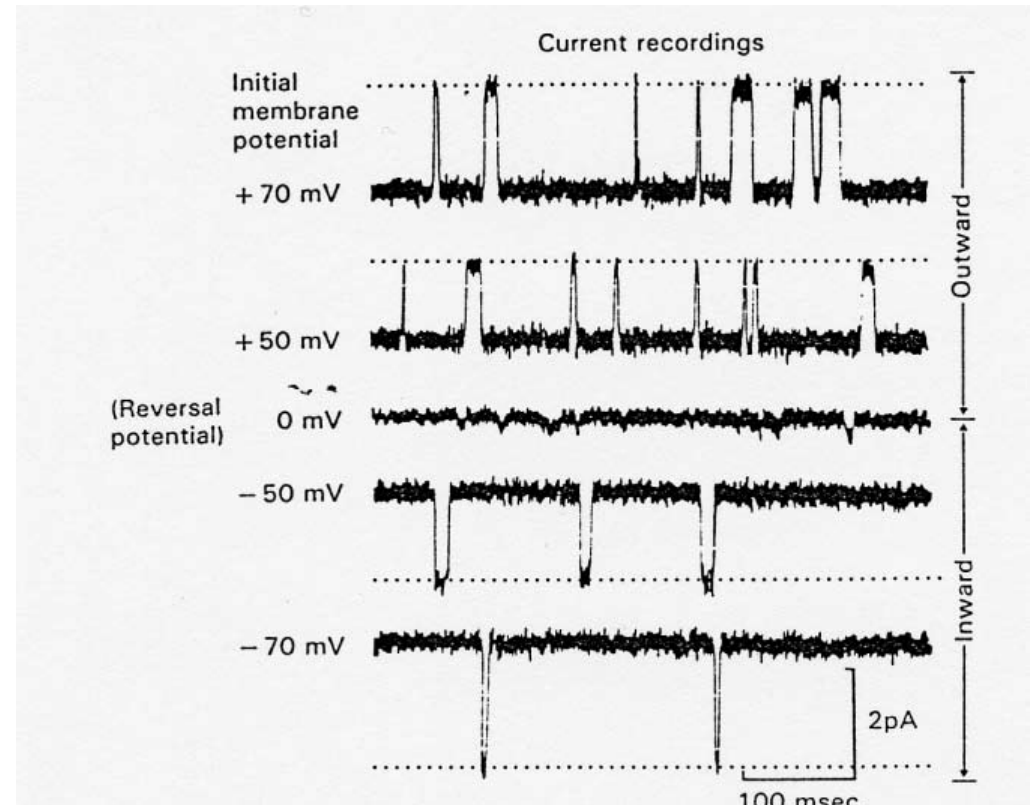
Intérieur 160 mM K, 3 Na, 163 Cl^-

Extérieur 160 Na, 3 K, 165 Cl^-

Ce ne sont pas les ions chlorures car si on remplace les ions chlorures par de gros anions comme SO_4^{2-} le potentiel d'inversion ne change pas.

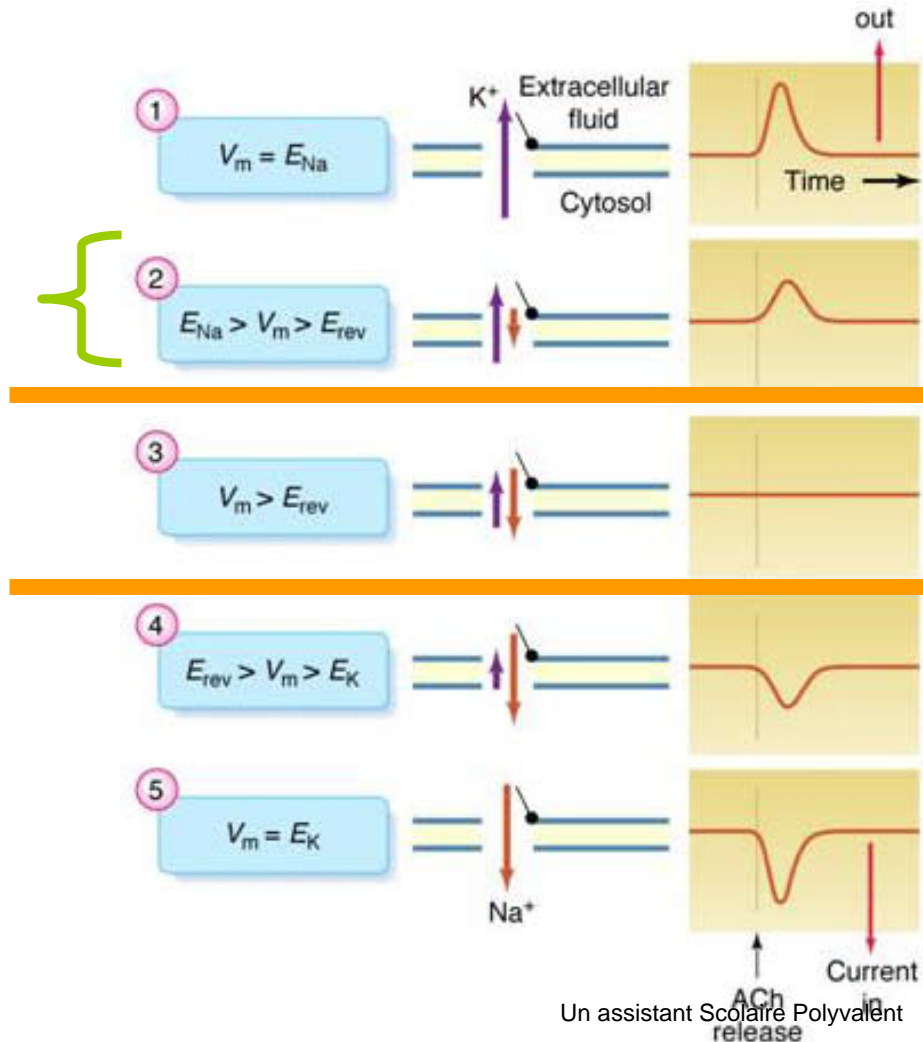
$E_K = -100 \text{ mV}$

$E_{Na} = +100 \text{ mV}$



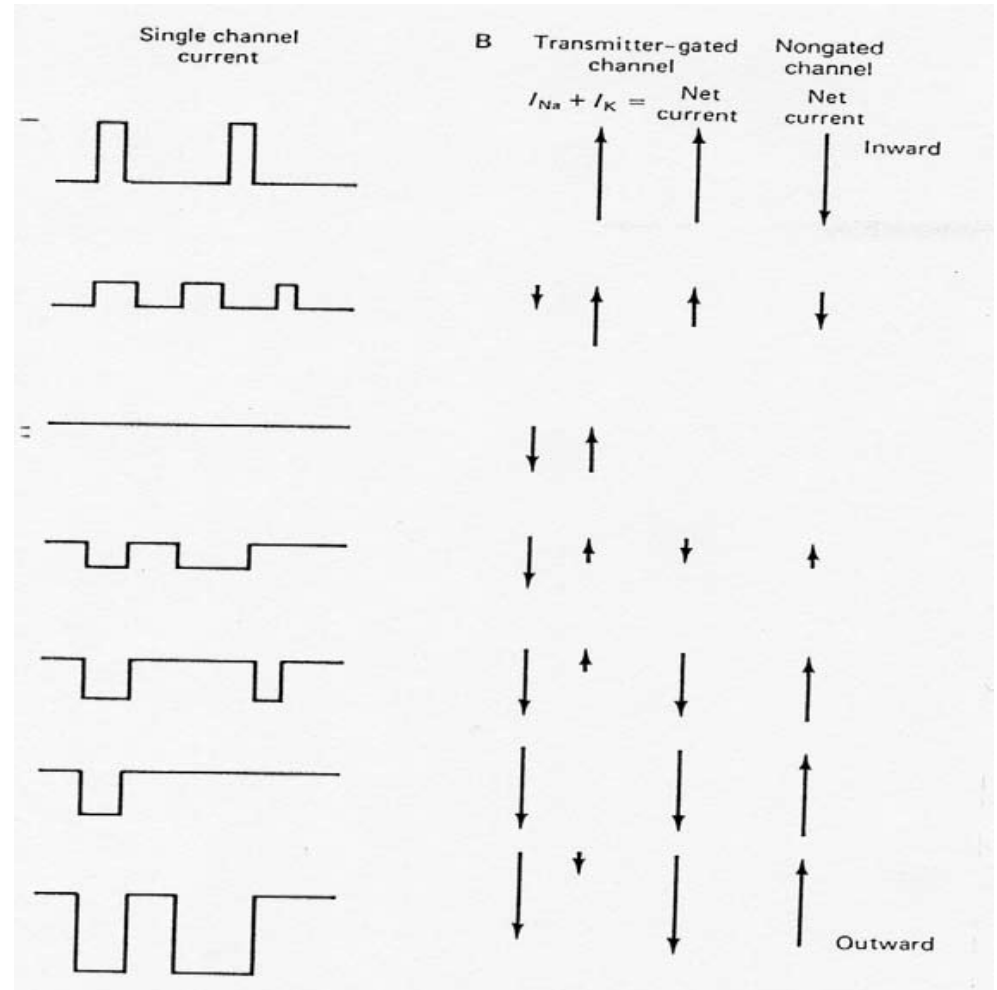
Situation physiologique

Les perméabilités ce canal pour le K^+ et le Na^+ sont identiques. Les flux d'ions ne dépendent que de la force électromotrice.

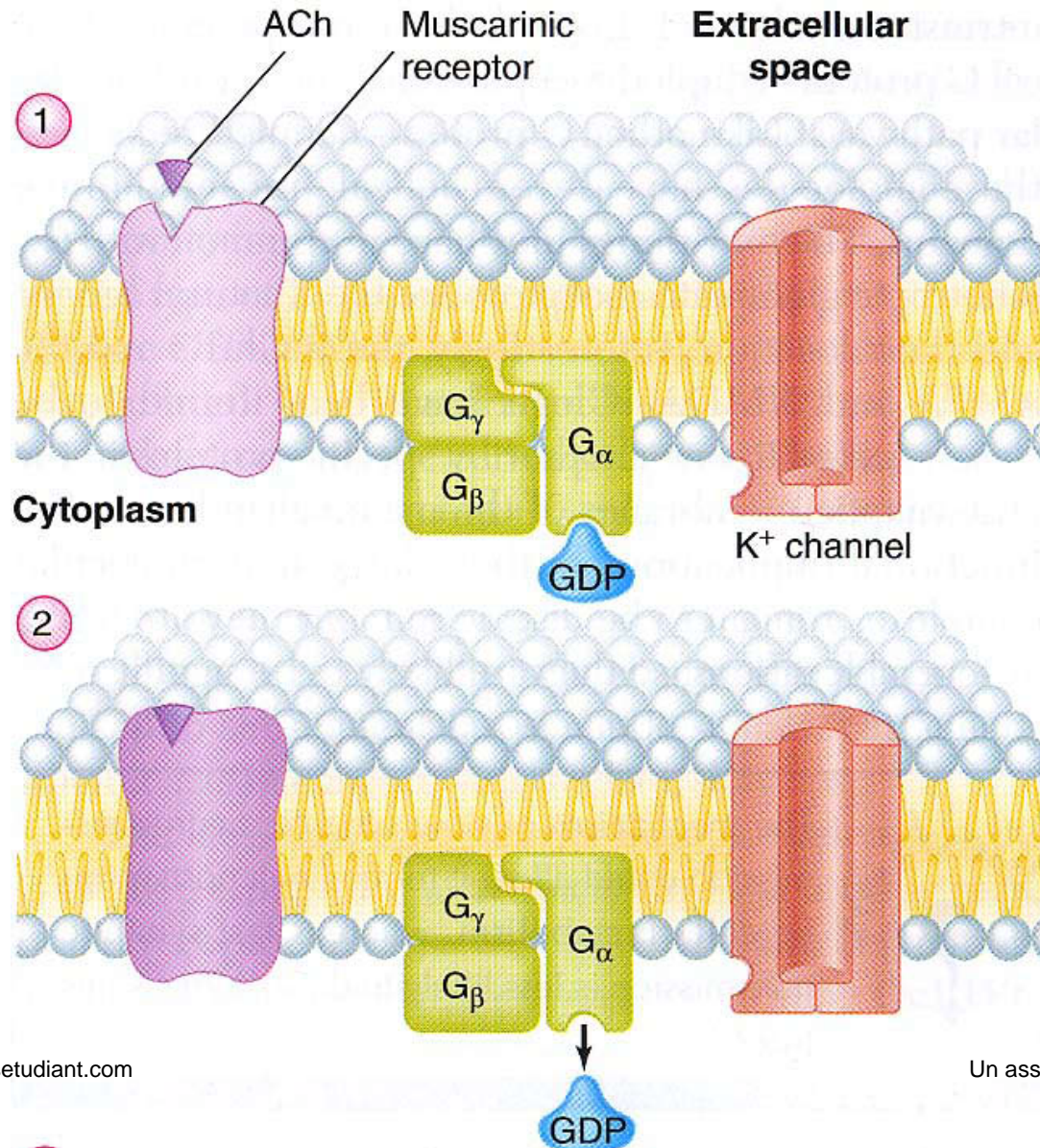


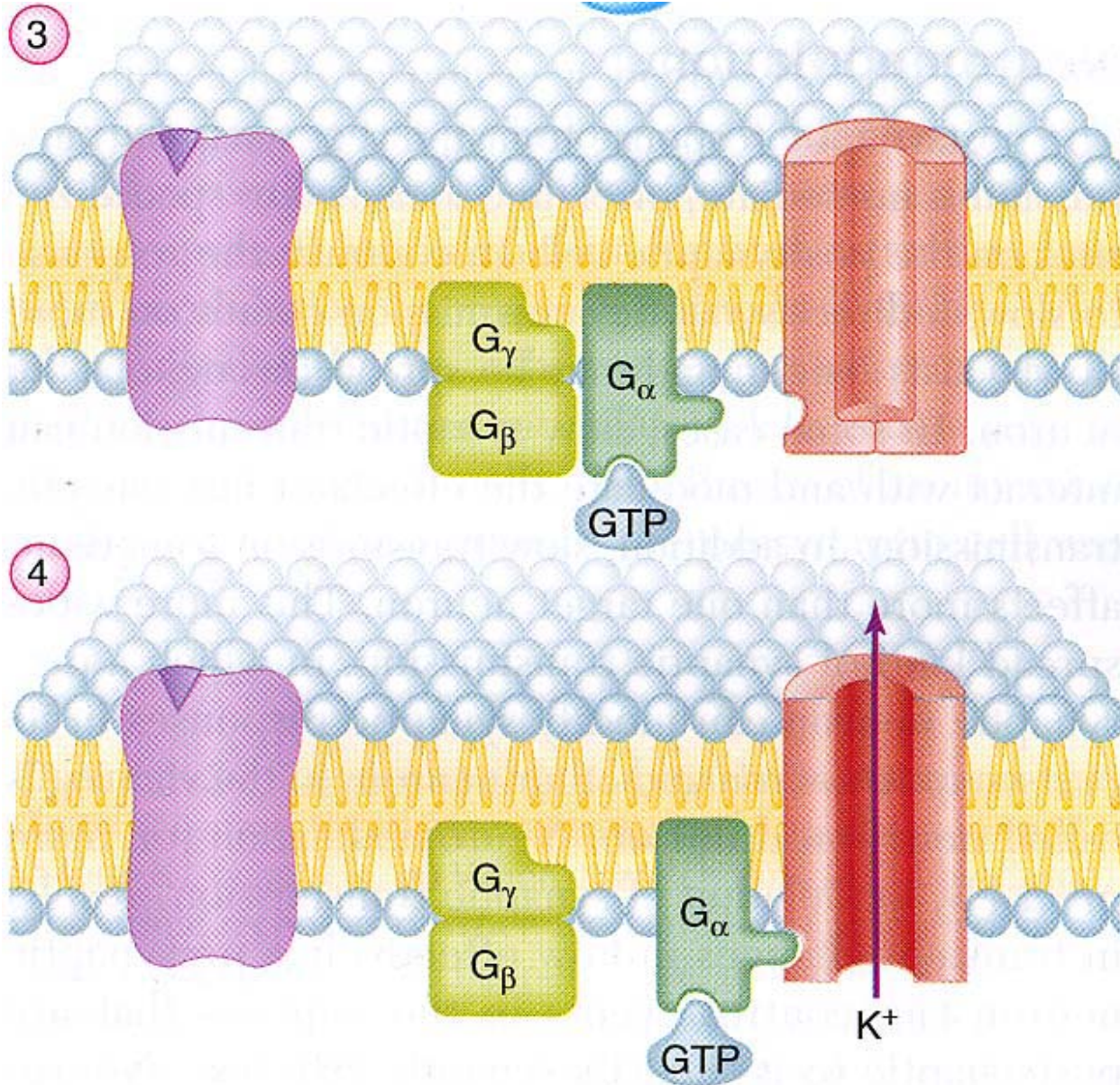
Les récepteurs post synaptiques

le récepteur nicotinique de la jonction neuromusculaire

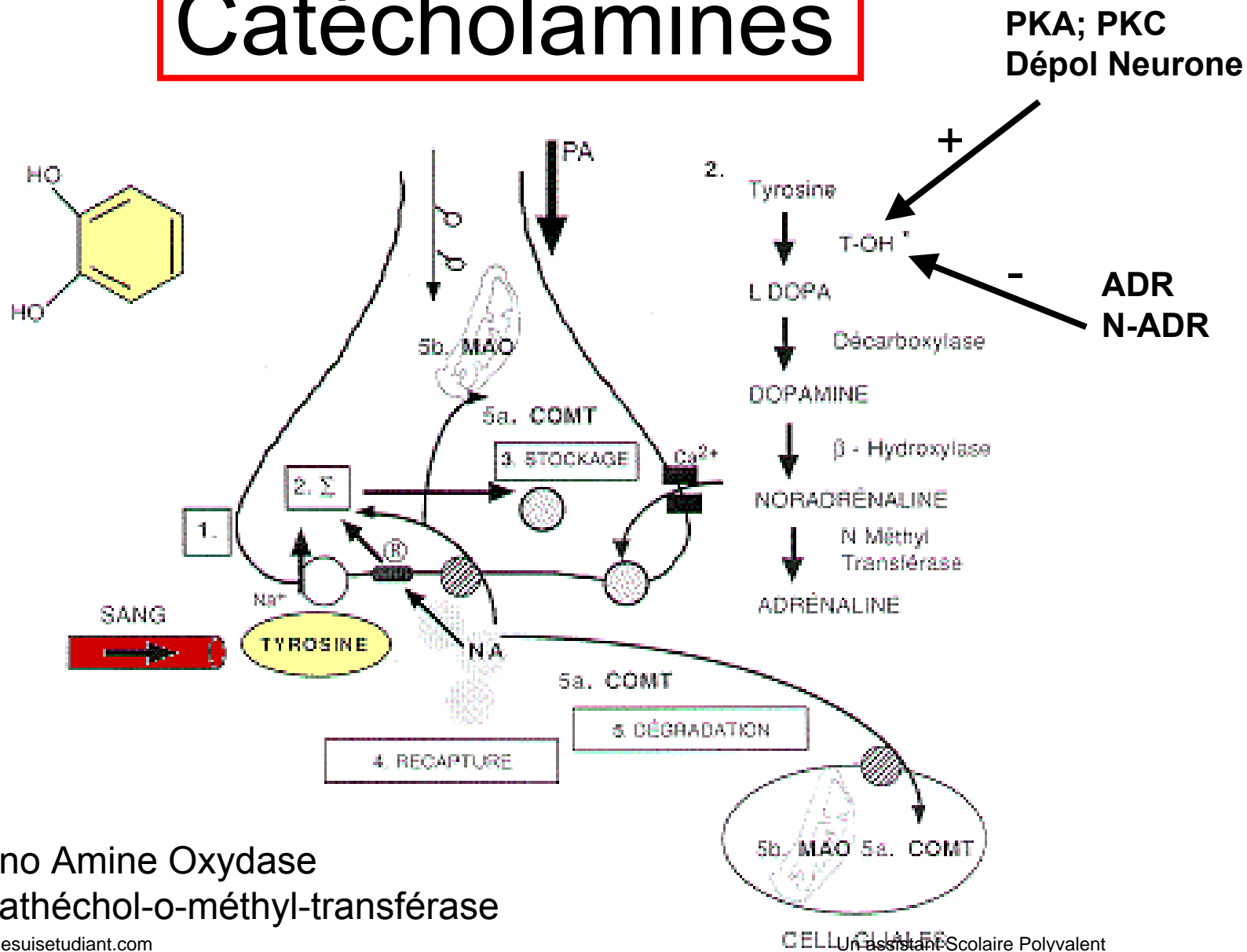


Le récepteur muscarinique (ACh) régule l'ouverture de canaux potassiques par couplage à un hétérotrimère de protéines.

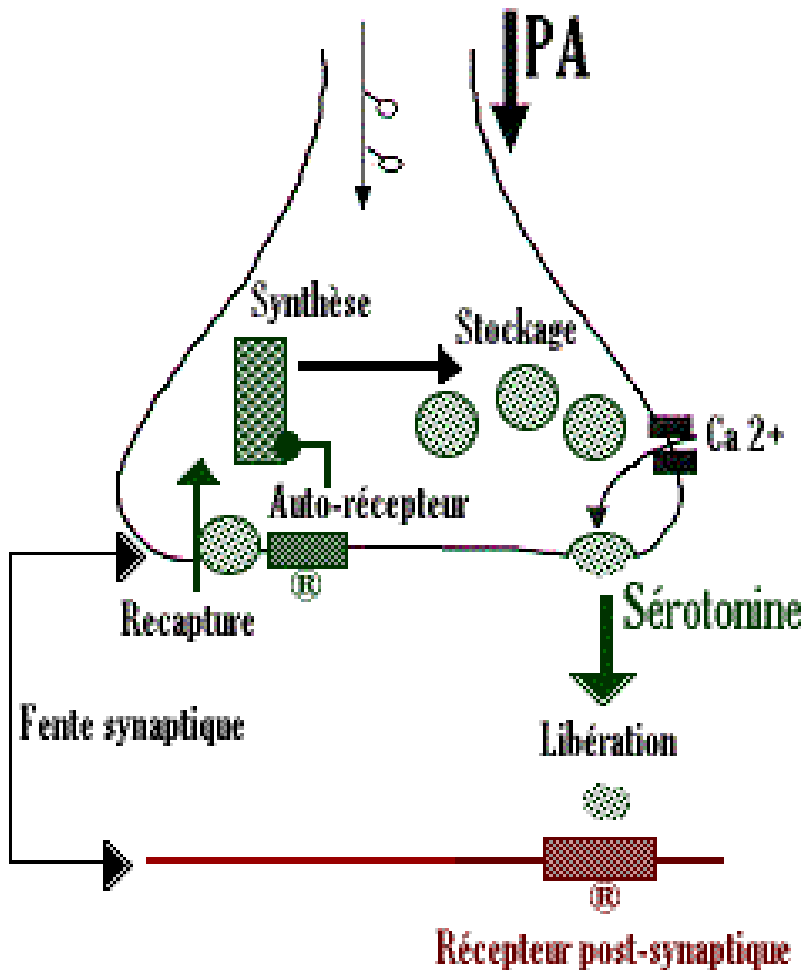




Catécholamines



Sérotonine



- Sérotonine = 5-hydroxytryptamine (5-HT)
- Tryptophane
 - ↓ Tryptophane- OHase
 - 5- hydroxytryptophane
 - ↓ Décarboxylase
 - 5-HT
- R 5-HT 1 à 7 liés à Protéine g sauf R 5-HT3 (R-Canal)

Dégradation: MAO

Histamine

- Synthèse à partir histidine (L-histidine décarboxylase)
- R couplés à Pn g:
 - H1 couplés à phospholipase C (IP3-DAG); Action antihistaminiques
 - H2 couplés à adénylate cyclase
 - H3 autorécepteurs à histamine; inhiberaient synthèse histamine
- Dégradation par méthylation (Histamine N-méthyltransférase) puis par oxydation par MAO
- Recapture?

La transmission chimique

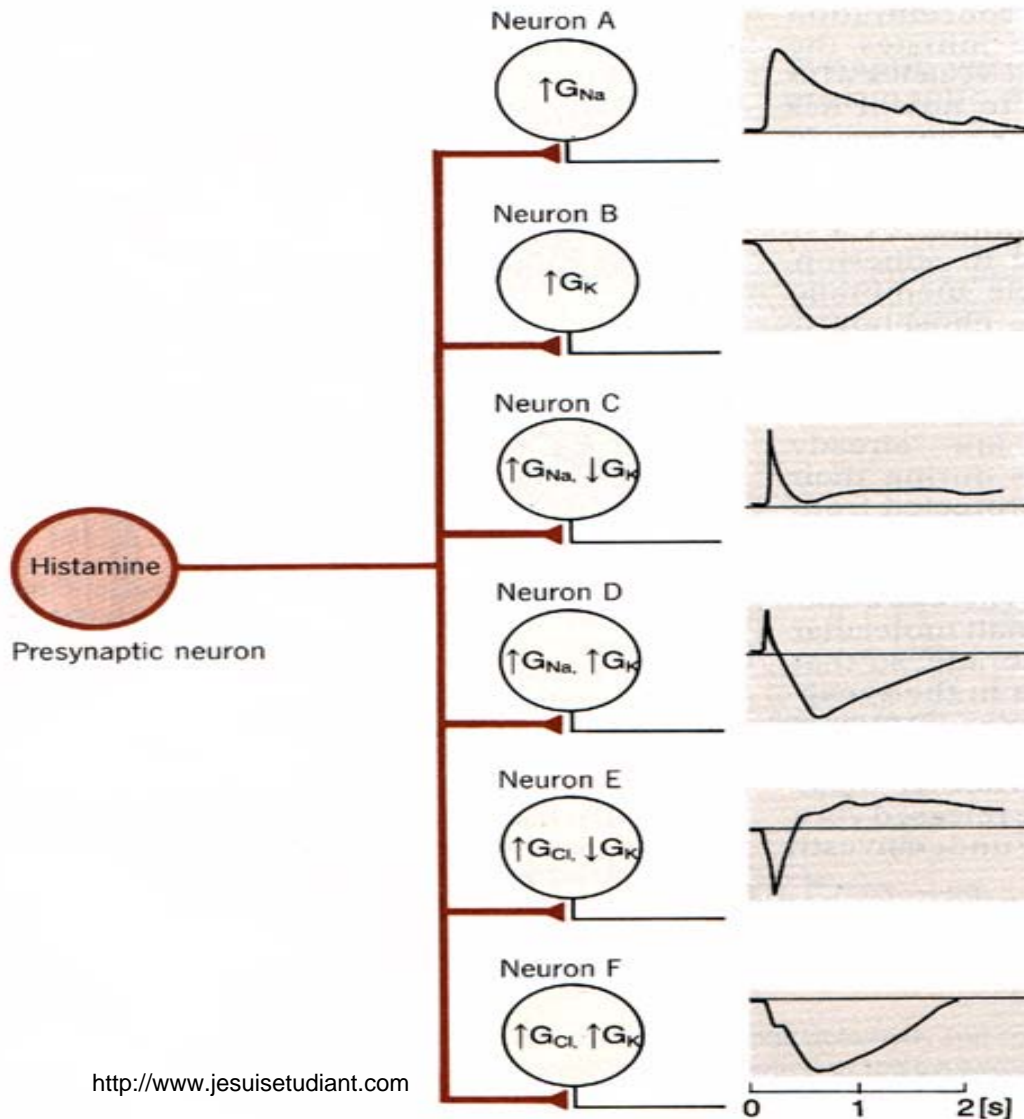
<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent

Au niveau post- synaptique

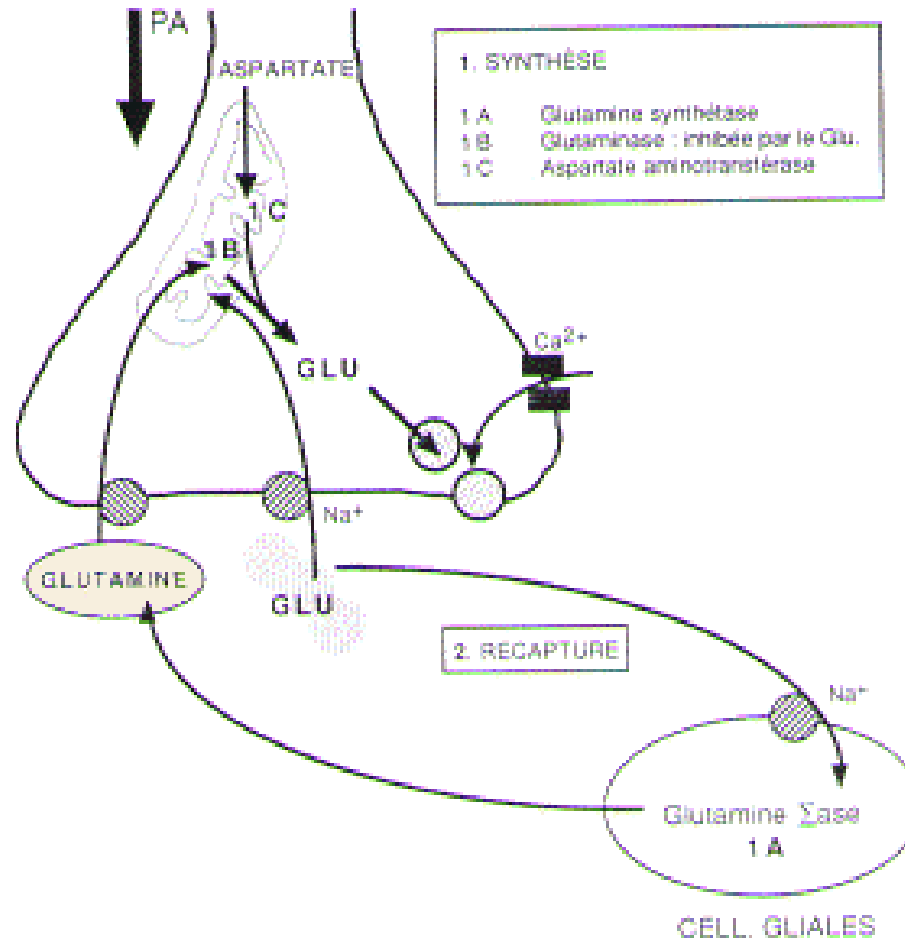
intégration un neurotransmetteur des actions différentes



<http://www.jesuisetudiant.com>

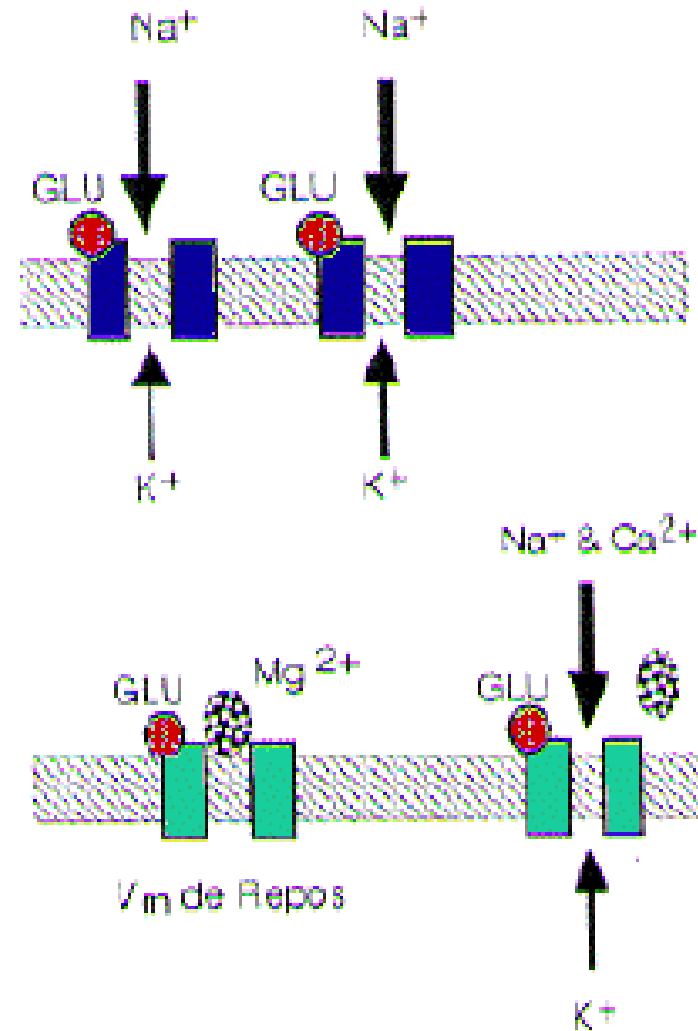
Un assistant Scolaire Polyvalent

Aa excitateurs: glutamate et aspartate

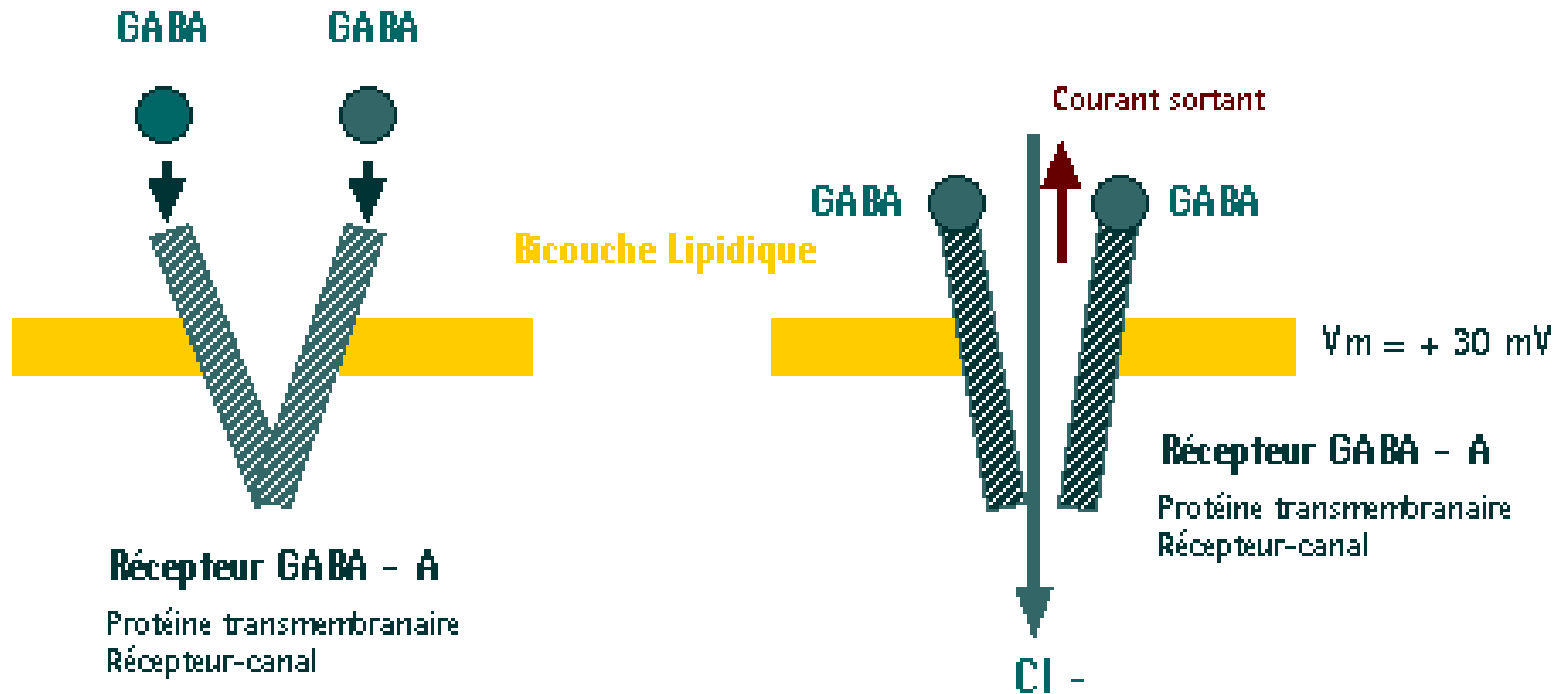


Récepteurs Aa excitateurs

- NMDA ou non NMDA (activation ou non par analogue glutamate: N-méthyl-D-aspartate)
- Non NMDA: PPSE; composante précoce rapide de la réponse
- NMDA: V_m dépendant (+ 40 mV; Neurone dépolarisé)
 - Prolongation du PPSE (composante tardive lente de la réponse)
 - Entrée intracellulaire de calcium.



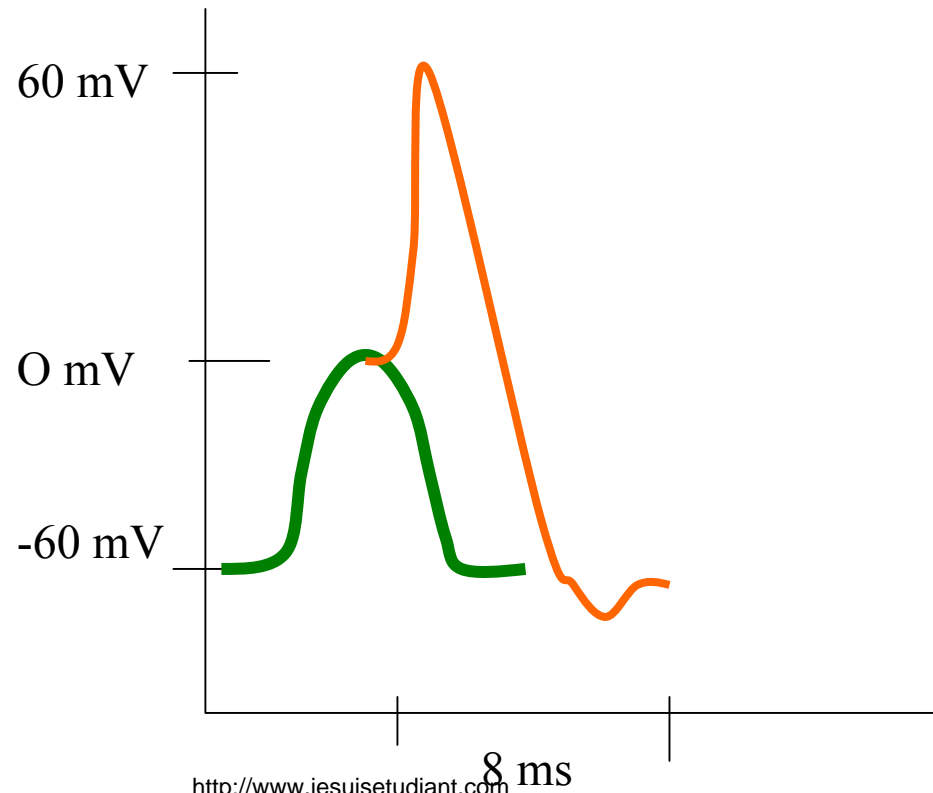
Aa inhibiteurs: GABA et glycine



Les récepteurs post synaptiques

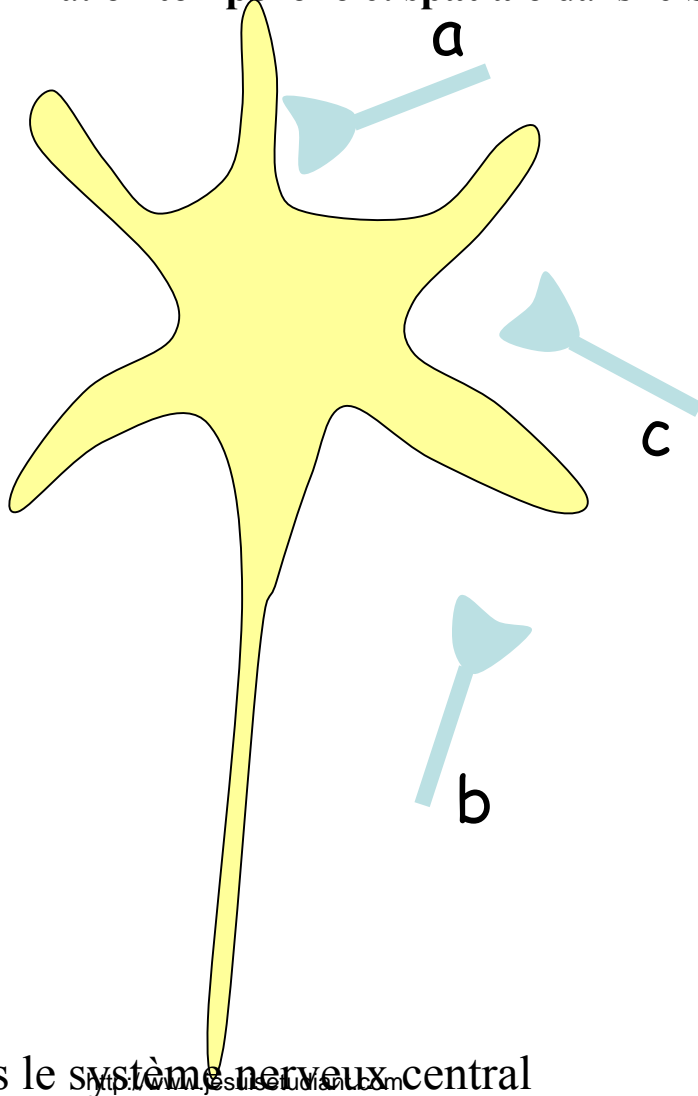
le récepteur nicotinique de la jonction neuromusculaire

L'effet les PPSEs au niveau de la jonction neuromusculaire



Le PPSE de la jonction neuromusculaire est très ample et toujours supra liminaire.

Sommation **temporelle** et **spatiale** dans le SNC

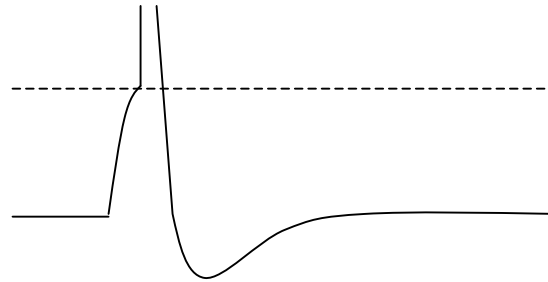


Sommation temporelle

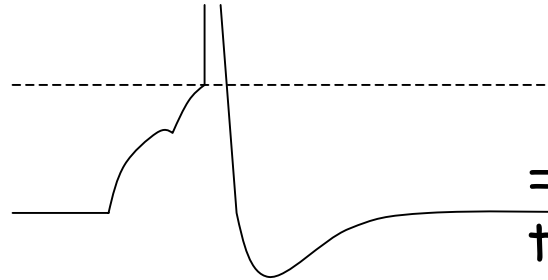
a



b

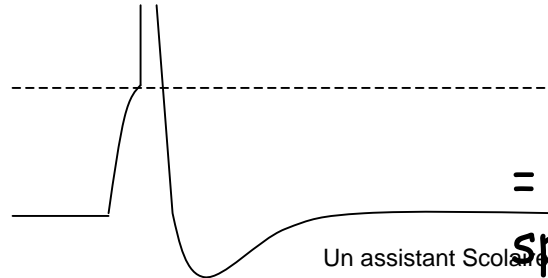


a + a



= Sommation temporelle

a + c



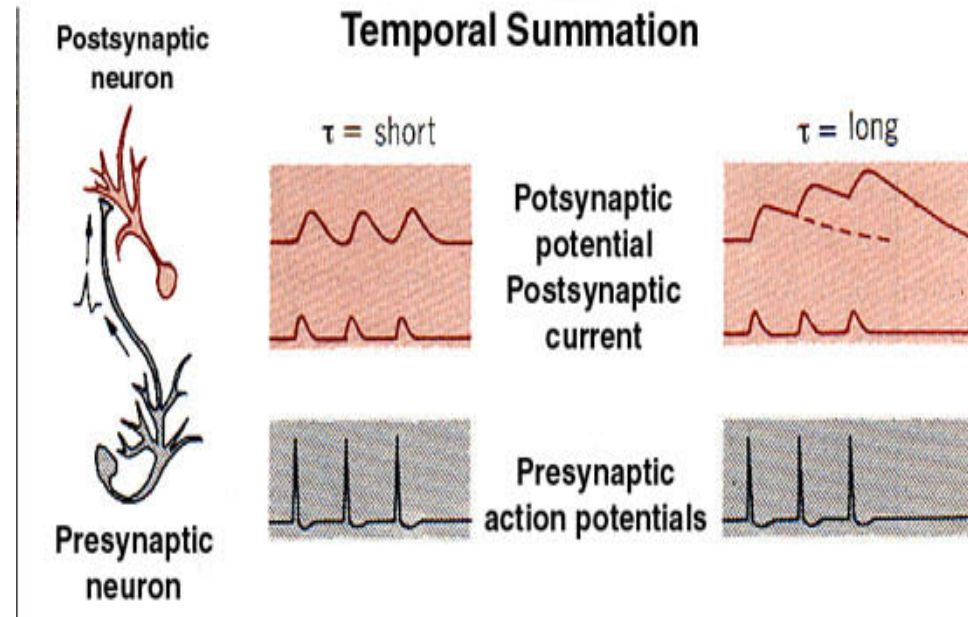
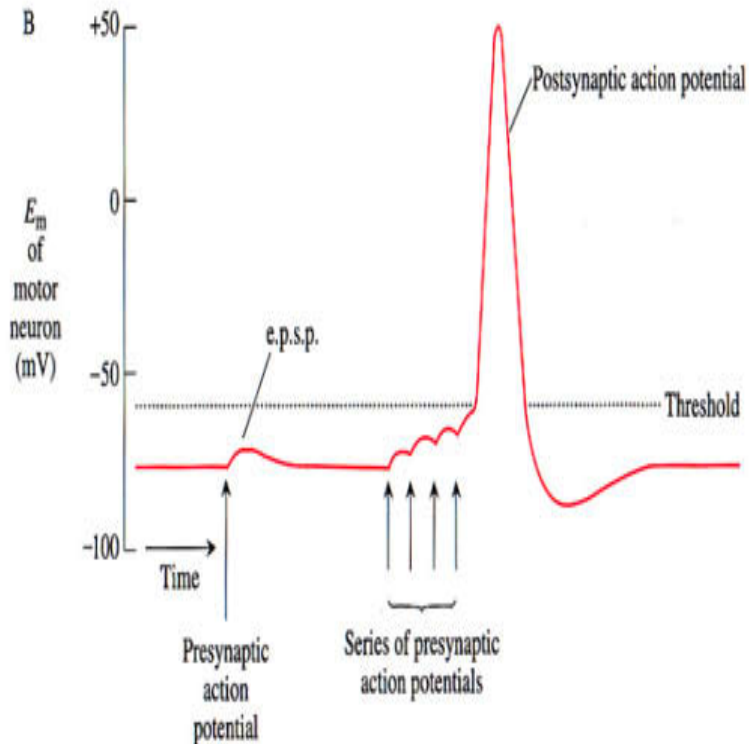
= Sommation spatiale

Dans le système nerveux central
l'amplitude des PPSE est faible : 0.5 mV

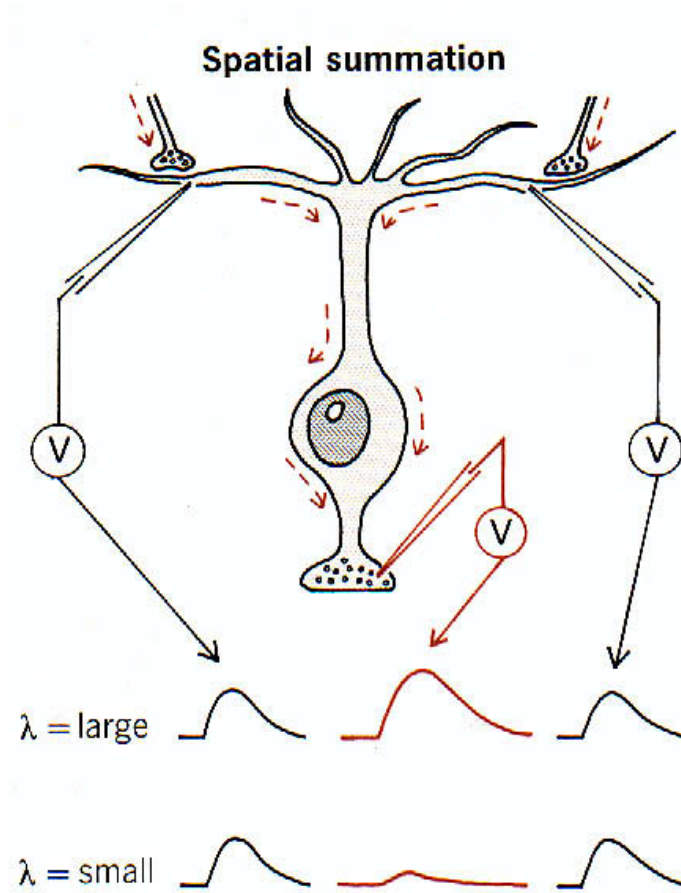
temporelle

Figure 8.1 (continued)

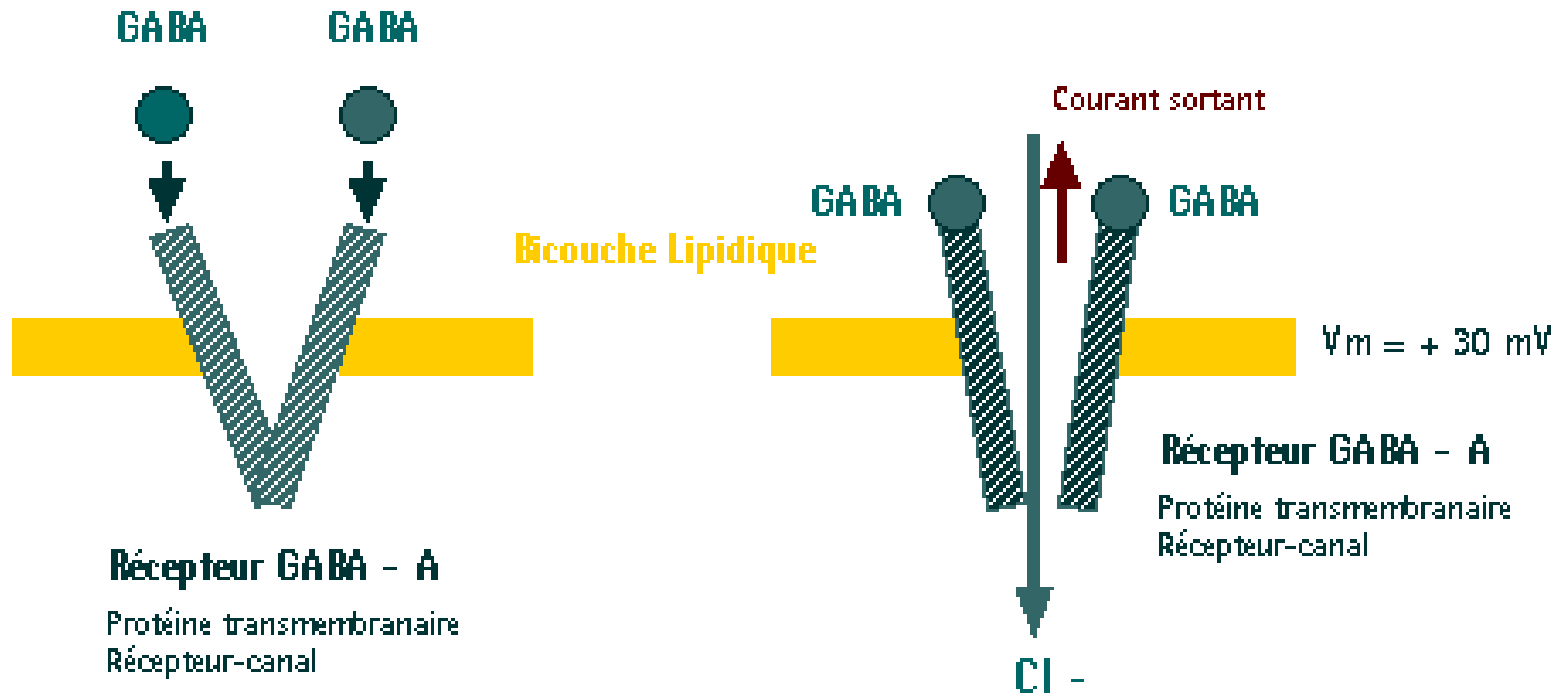
(B) Responses of the postsynaptic motor neuron to action potentials in the presynaptic sensory neuron. At the upward arrows, action potentials are triggered in the presynaptic neuron by an electrical stimulus.



spatiale



Aa inhibiteurs: GABA et glycine

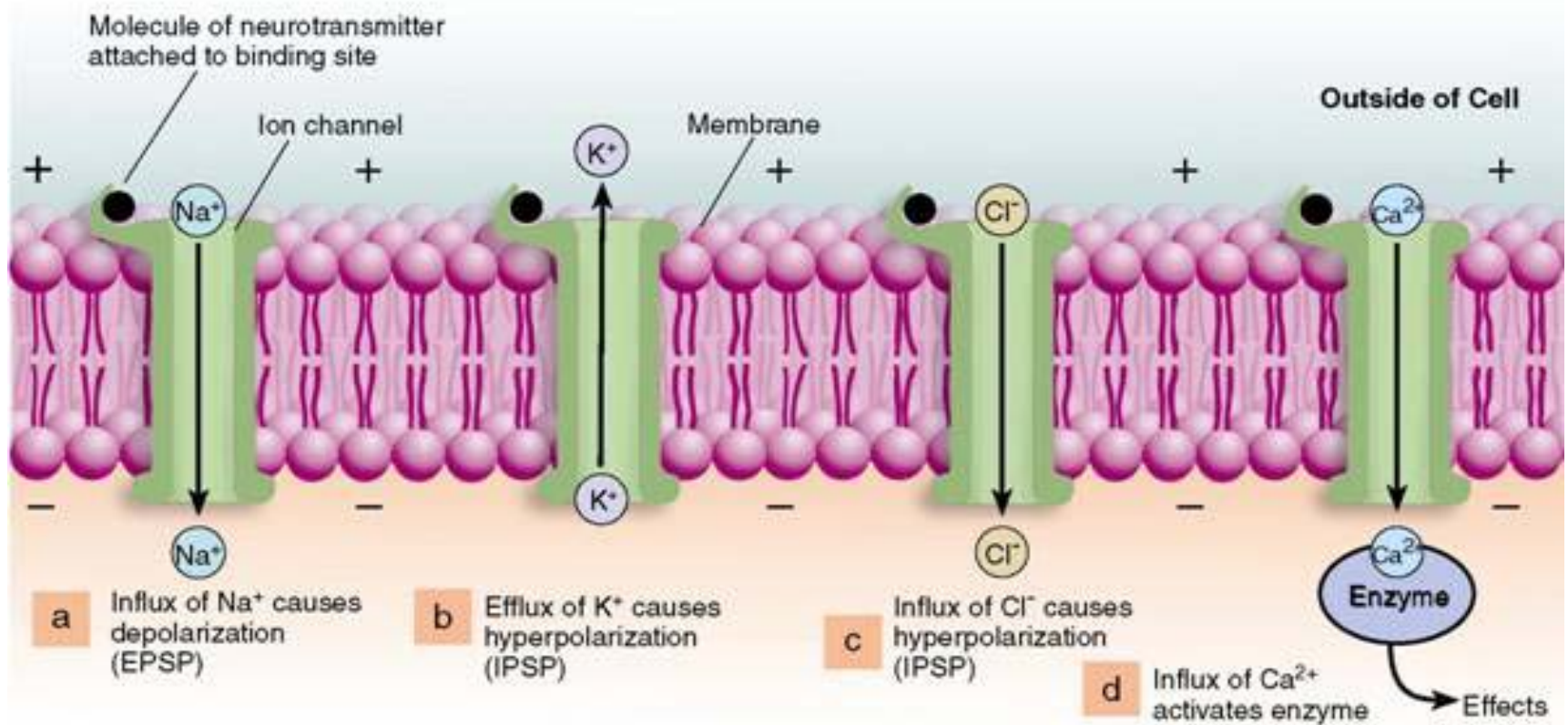


La transmission chimique

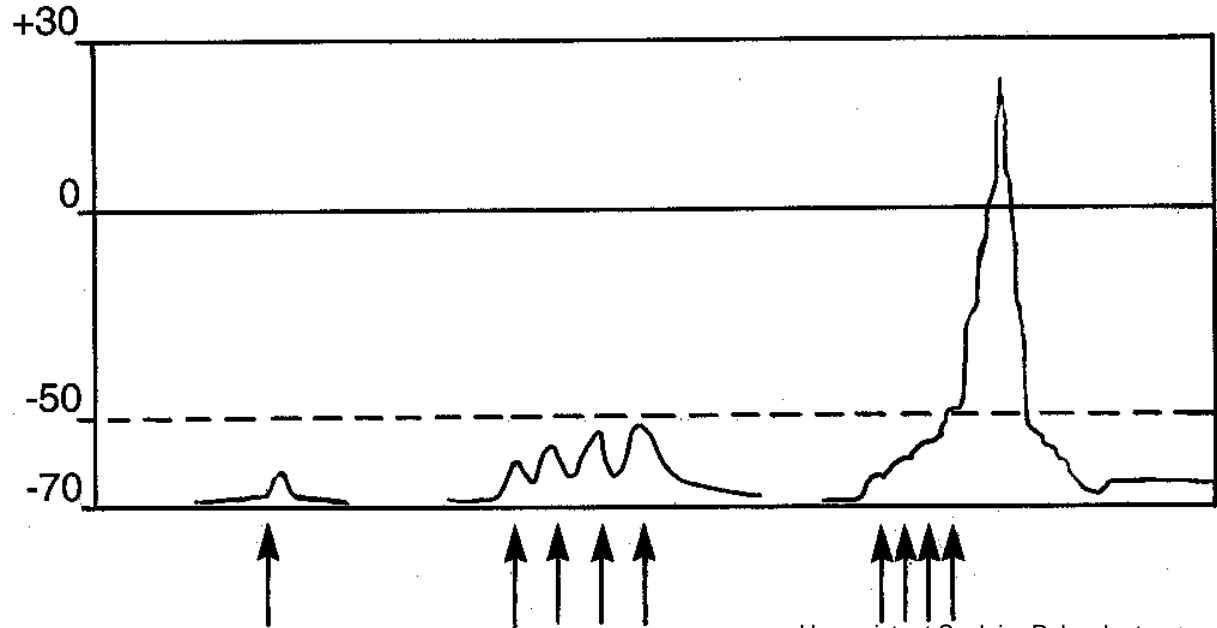
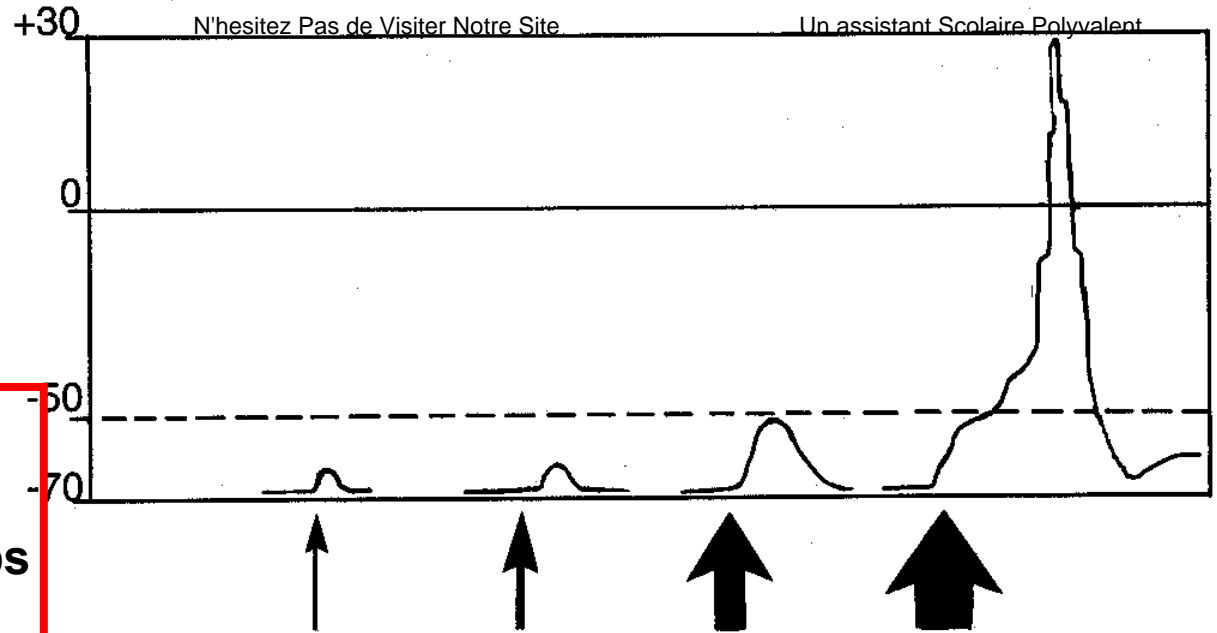
les autre types d'ion

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent



**Intégration des PPSE
Et des PPSI dans
L'espace et dans le temps**



La transmission chimique

Mécanismes de libération et pathologie

<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent



Tétanos et botulisme:

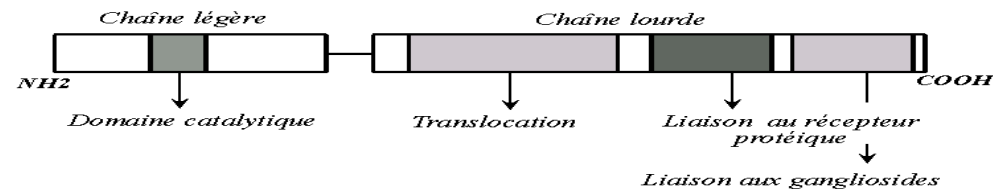
Tétanos: paralysie tétanique: plus d'inhibition centrale, plus de libération le GABA

La bactérie impliquée Clostridium tetani
1 million de morts par an dans les pays du tiers monde, dont 450000 enfants par tétanos néonatal (infection cordon ombilical). 1 sérotype : TeNT Dose létale 1 ng/kilo

Botulisme: paralysie flasque: plus de libération ACh au niveau de la jonction neuromusculaire

La bactérie impliquée clostridium botulinum.
70 cas par an, c'est une pathologie rare.
Origine alimentaire. 7 sérotypes.

<http://www.jesuisetudiant.com>



Structure des toxines clostridiales

Un assistant Scolaire Polyvalent

La transmission chimique

Mécanismes de libération et pathologie

<http://www.jesuisetudiant.com>

N'hésitez Pas de Visiter Notre Site

Un assistant Scolaire Polyvalent

Tétanos et botulisme:

Botulisme: paralysie flasque: plus de libération ACh au niveau de la jonction neuromusculaire

Tétanos: paralysie tétanique: plus d'inhibition centrale, plus de libération le GABA

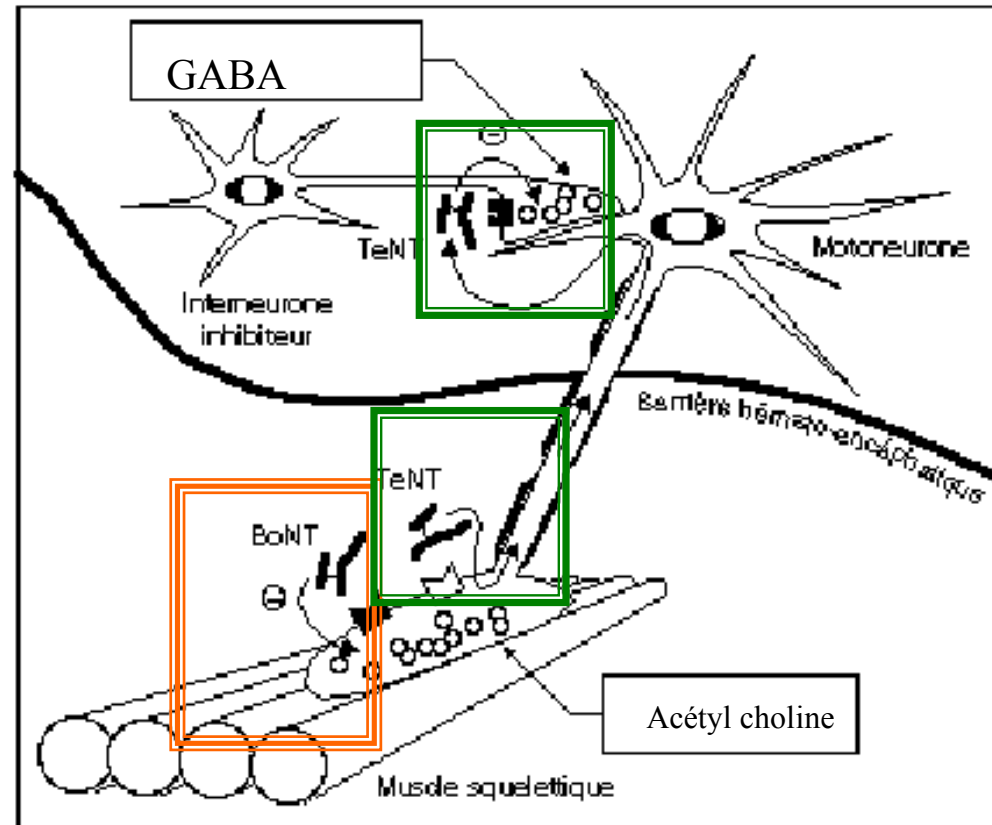
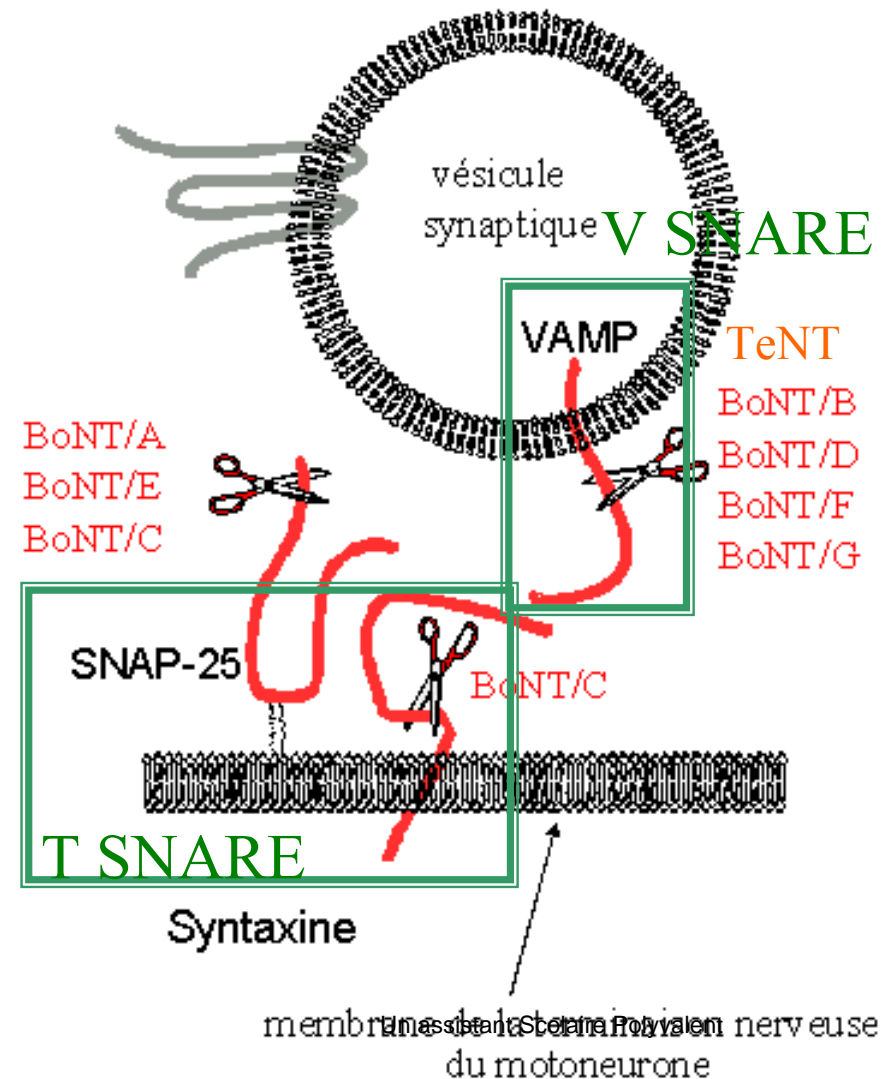


Figure 1. Des neurones différents sont les cibles des neurotoxines botuliques et de la neurotoxine tétanique. Les BoNT agissent préférentiellement sur les terminaisons cholinergiques motrices qui innervent la musculature squelettique. La TeNT est capturée en périphérie par les motoneurones. Elle gagne le système nerveux central (zone grisée) par transport axonal rétrograde axonal. Après sa libération dans le milieu interstitiel, la TeNT bloque préférentiellement la libération de GABA ou de glycine par les interneurons inhibiteurs qui règlent l'activité des motoneurones.

Un assistant Scolaire Polyvalent

<http://www.jesuisetudiant.com>

Figure 2



Synapses Electriques / Chimiques

ELECTRIQUES

- distance 3.5 nm pre-post
- Gap-junction = Canaux
- Courant ionique
- Pas de délais synaptiques
- Transmission bidirectionnelle

CHIMIQUES

- distance 20-40 nm pre-post
- Pas de continuité cytoplasmique
- Vésicules presynaptiques et récepteurs postsynaptiques
- Neurotransmetteur chimique
- Délai synaptique 3 ms
- Transmission unidirectionnelle